

Reinhardt Sievers

**MONITORAMENTO E REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DAS ÁGUAS
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOINHAS – SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Carlos Loch, Dr

**Florianópolis
2004**

Reinhardt Sievers

**MONITORAMENTO E REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DAS ÁGUAS
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOINHAS – SC**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a
obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de Produção** no
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade de Santa Catarina**

Florianópolis, 09 de junho de 2004

Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr Carlos Loch
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Orientador

Prof. Dr Ing. Jürgen Philips
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Avaliador

Prof. Dr José Angelo Nicácio
Universidade do Contestado – UnC
Avaliador

Agradecimentos

À Universidade Federal de Santa Catarina,
à Coordenação de Aperfeiçoamento
de Pessoal de Nível Superior – CAPES.
Ao orientador Prof. Dr Carlos Loch,
pelo acompanhamento pontual e competente.
Aos professores do Curso de Pós-Graduação.
À Universidade do Contestado – UnC,
pela credibilidade depositada em meu profissionalismo.
À Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado de Santa Catarina –
FUNCITEC, pelo financiamento do projeto.
Ao amigo e exemplar profissional
Prof. Ms Marcos Benedito Schimalski,
o qual acompanhou e apoiou todo processo dessa pesquisa.
À minha esposa Rosi e ao meus filhos Raynders e Lenyse
pelo apoio e compreensão dispensada nesta minha jornada.

A todos, àqueles que direta ou indiretamente
contribuíram para a realização
desta pesquisa, desde o momento inicial do projeto.

“Devemos e vamos continuar na afirmativa de que os recursos naturais da Terra devem ser preservados não somente em nosso benefício, mas sim para aqueles que virão depois de nós, que serão nossos filhos e netos, que somente poderão usar se bem planejarmos nossos usos”

(BORTOT, 1999, p. 33-4)

RESUMO

SIEVERS, Reinhardt. **Monitoramento e Representação Espacial das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas – SC.** 2004.103p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) –Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC. Florianópolis.

A preocupação deste estudo é identificar o grau de poluição do Rio Canoinhas, objetivando promover um comparativo entre os resultados obtidos com as análises de água deste Rio com os índices previstos pela legislação. Bem como, a contribuição de seus afluentes, e em dois momentos distintos. Foram georeferenciados e coletados trinta pontos, dos quais vinte seis pontos no leito do Rio, desde a foz com o Rio Negro no município de Canoinhas até a nascente no município de Monte Castelo SC e quatro amostras alheias ao leito, sendo duas torneiras na rede de distribuição da CASAN e dois poços artesianos com aproximadamente 600 m de profundidade, um dos quais na área urbana e outro em área rural, seguindo os princípios da ABNT para o planejamento e realização da coleta e encaminhadas para análise biológica (Coliformes Totais e Fecais) e de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) em dois laboratórios credenciados na cidade de Joinville – SC. Paralelamente, foi compilado o mapa da bacia do Rio Canoinhas, com a localização dos pontos de coleta. Posteriormente criado um banco de dados para o armazenamento dos resultados das análises de laboratório e a criação de quadros para a comparação e interpretação dos resultados obtidos. Comparando a primeira coleta e a segunda coleta, realizadas em épocas distintas, identificou-se uma grande variação entre um ponto e outro referente aos índices de poluição. Porém, os resultados mostram que existe o problema da poluição, os pontos de coleta no meio urbano manifestam-se com maior intensidade, quando comparados com os resultados obtidos no meio rural.

Palavras chaves: Água, Poluição, Pontos de Coleta, Homem, Mapa, Efluentes, Coliformes Totais, Coliformes Fecais, Demanda Biológica de Oxigênio, Rio.

ABSTRACT

SIEVERS, Reinhardt. Monitoramento e Representação Espacial das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas – SC. 2004.103p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) –Programa de Pós-Graduação em engenharia de Produção, UFSC. Florianópolis.

The concern of this study is to identify the degree of pollution of the Canoinhas river, objectifying to promote a comparative degree enters the results gotten with the water analyses of this river with the indices foreseen for the legislation. As well as, the contribution of its tributaries, and at two distinct moments. They had been georeferenciados and collected thirty points, of which twenty and six points in the riverbed, since the estuary with the Black river, in the Canoinhas city, until the spring in the municipality of Monte Castelo – SC and four samples to the stream bed, being two artesian taps in the net of distribution of the CASAN and two wells with approximately 600 m of depth, one of which in the urban area and another one in agricultural area, following the principles of the ABNT for the planning and accomplishment of collect and directed for biological analysis (total coliformes and fecais) and of Biological Demand of Oxygen (DBO) in two credential laboratories in the city of Joinville-SC. Parallel, the map of the basin of the Canoinhas river was compiled, with the localization of the collection points. Later, was organized a data base for the storage of the results was created. Comparing the first collection and the second collection, carried through at distinct times, one identified to a great variation between a point and another referring one to the pollution indices. However, the results show that the problem of the pollution exists, the points of collection in the urban way are disclosed with bigger intensity, when compared with the results gotten in the agricultural way.

Keywords: Water, Pollution, Collection Points, Man, Map, Effluents, Total Coliformes, Coliformes Fecais, Biological Demand of Oxygen, River.

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| LISTA DE TABELAS..... | ix |
| LISTA DE GRÁFICOS..... | x |
| LISTA DE FIGURAS..... | xi |
| LISTA DE SIGLAS..... | xii |
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 Justificativa..... | 15 |
| 1.2 Objetivos do Trabalho..... | 19 |
| 1.2.1 Objetivo geral | 19 |
| 1.2.2 Objetivos específicos..... | 19 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 21 |
| 2.1 Consciência Ambiental..... | 21 |
| 2.2 Sustentabilidade Ambiental | 24 |
| 2.2.1 Qualidade Ambiental..... | 25 |
| 2.3 A Água e os Dejetos de Suínos..... | 28 |
| 2.4 Sistema de Produção e Tratamento de Dejetos | 31 |
| 2.4.1 Cama sobreposta | 32 |
| 2.4.2 Biodigestor no tratamento de dejetos de suínos | 34 |
| 2.5 Sensoriamento Remoto | 36 |
| 2.5.1 Sensoriamento Remoto e os Estudos Ambientais | 37 |
| 2.6 Cartografia Automatizada..... | 38 |
| 2.6.1 <i>Computer Aided Design and Drafting</i> - CADD..... | 39 |
| 2.6.2 “ <i>Automated Mapping (AM) e Facilities Management</i> ” (FM)..... | 40 |
| 2.6.3 Sistemas de Informações Geográficas (SIG) | 40 |
| 2.7 Estrutura dos Dados Geográficos | 44 |
| 2.7.1 Estrutura de Dados Vetoriais..... | 44 |
| 2.7.2 Estrutura de Dados Matriciais ou Raster | 45 |
| 2.8 <i>Global Positioning System – GPS</i> | 46 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | 49 |
| 3.1 Localização da Área de Estudo..... | 49 |
| 3.2 Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas | 49 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2.1 Solos | 51 |
| 3.2.2 Clima | 52 |
| 3.2.3 Vegetação | 52 |
| 3.3 Materiais | 53 |
| 3.4 Metodologia | 53 |
| 3.4.1 Planejamento da Coleta de Dados em Campo | 54 |
| 3.4.2 Coleta de Dados a Campo | 59 |
| 3.4.3 Compilação da Base Cartográfica | 59 |
| 3.4.4 Compilação do Banco de Dados Alfanumérico | 62 |
| 3.4.5 Implementação do Sistema de Informações Geográficas | 62 |
| 3.4.6 Customização do Sistema de Informações Geográficas | 63 |
| 3.4.7 Criação de Interface para Consulta ao Banco de Dados..... | 64 |
| 3.4.8 Integração do SIG com a Interface de Consulta..... | 64 |
| 3.4.9 Criação dos Mapas Temáticos | 65 |
| 4 RESULTADOS | 66 |
| 4.1 Análise da Cartografia Existente | 66 |
| 4.1.1 Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC)..... | 69 |
| 4.2 Cartografia Gerada | 71 |
| 4.3 Resultados das Análises das Amostras de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas | 73 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 91 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 95 |
| ANEXOS | 99 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 - ESTRUTURA DE UM ARQUIVO CADD | 39 |
| TABELA 2 – PONTOS DE COLETA DE ÁGUA | 58 |
| TABELA 3 – COORDENADAS DO EIXO DO RIO CANOINHAS – COMPARATIVO | 67 |
| TABELA 4 – RESULTADO DA PRIMEIRA COLETA NO RIO CANOINHAS DATAS: 10/04/03 – 23/04/03 – 28/08/03)..... | 73 |
| TABELA 5 - RESULTADO DA SEGUNDA COLETA NO RIO CANOINHAS (DATAS: 11/11/03 – 24/11/03 – 15/01/04)..... | 80 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| GRÁFICO 1- DIFERENÇAS ENTRE AS COORDENADAS UTM – E (EM METROS)..... | 68 |
| GRÁFICO 2- DIFERENÇAS ENTRE AS COORDENADAS UTM – N (EM METROS)..... | 68 |
| GRÁFICO 3 - NÚMERO DE AMOSTRAS COM ÍNDICE ACIMA DO LIMITE PREVISTO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA PARA BALNEABILIDADE COM COLIFORMES TOTAIS | 75 |
| GRÁFICO 4 - EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE COLIFORMES TOTAIS NA SEQÜÊNCIA DAS COLETAS DO RIO CANOINHAS | 76 |
| GRÁFICO 5 - NÚMERO DE AMOSTRAS COM ÍNDICE ACIMA DO LIMITE PREVISTO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA PARA BALNEABILIDADE COM COLIFORMES FECAIS | 77 |
| GRÁFICO 6 - EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE COLIFORMES FECAIS NA SEQÜÊNCIA DAS COLETAS DO RIO CANOINHAS | 77 |
| GRÁFICO 7 - NÚMERO DE AMOSTRAS COM DBO ACIMA DO LIMITE PERMITIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA Nº 020 NO SEU ART. 6º..... | 78 |
| GRÁFICO 8 - EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE DBO NA SEQÜÊNCIA DAS COLETAS DO RIO CANOINHAS..... | 79 |
| Amostra nº 80 | |
| GRÁFICO 9 - AMOSTRAGEM DA DBO DA SEGUNDA COLETA DO RIO CANOINHAS | 81 |
| GRÁFICO 10 - AMOSTRAGEM COLIFORMES TOTAIS DA SEGUNDA COLETA REALIZADA NO RIO CANOINHAS | 82 |
| GRÁFICO 11 - AMOSTRAGEM COLIFORMES FECAIS DA SEGUNDA COLETA REALIZADA NO RIO CANOINHAS | 83 |
| GRÁFICO 12: AMOSTRAGEM COMPARATIVA DE COLIFORMES TOTAIS ENTRE A PRIMEIRA E SEGUNDA COLETA DO RIO CANOINHAS | 84 |
| GRÁFICO 13: AMOSTRAGEM COMPARATIVA DE COLIFORMES FECAIS ENTRE A PRIMEIRA E SEGUNDA COLETA DO RIO CANOINHAS | 85 |
| GRÁFICO 14: AMOSTRAGEM COMPARATIVA DA DBO ENTRE A PRIMEIRA E SEGUNDA COLETA DO RIO CANOINHAS | 86 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|--------------------------------------|
| FIGURA 1 - RELACIONAMENTO DE ELEMENTOS GRÁFICOS COM SEUS RESPECTIVOS ATRIBUTOS | 40 |
| FIGURA 2 - ORGANOGRAMA DE APLICAÇÕES DE UM SIG | 42 |
| FIGURA 3 – ESTRUTURA DE DADOS VETORIAL..... | 45 |
| FIGURA 4 - ESTRUTURA DE DADOS MATRICIAL | 46 |
| FIGURA 6 – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOINHAS – HIDROGRAFIA | 54 |
| FIGURA 7 – BASES GPS UTILIZADAS NO PROCESSAMENTO..... | 57 |
| FIGURA 8 – ETAPAS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SIG..... | 63 |
| FIGURA 9 – VISUALIZAÇÃO DO TRAÇADO DO RIO (IBGE X GPS) | 70 |
| FIGURA 10 – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOINHAS | Erro! Indicador não definido. |
| FIGURA 11 – PONTOS DE COLETA DE ÁGUA DO RIO CANOINHAS | Erro! Indicador não definido. |
| FIGURA 12 – BACIA HIDROGRÁFICA- ALTIMETRIA | Erro! Indicador não definido. |
| FIGURA 13 – PLANALTO NORTE CATARINENSE – LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA..... | Erro! Indicador não definido. |
| FIGURA 14 – BACIA HIDROGRÁFICA – HIPSOMETRIA | Erro! Indicador não definido. |
| FIGURA 15 – BACIA HIDROGRÁFICA – DECLIVIDADES | Erro! Indicador não definido. |

LISTA DE SIGLAS

AMURC – Associação dos Municípios da Região do Contestado
AM - Automated Mapping
AMPLA – Associação dos Municípios do Planalto Norte Catarinense
FM - Facilities Management
CADD - Computer Aided Design and Drafting
CASAN – Centrais de Abastecimento de Água de Santa Catarina
CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina
CIDASC – Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina
CT - Coliformes Totais
CF- Coliformes Fecais
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO - Demanda Biológica de Oxigênio
DBMS - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde
GPS - Sistema Global de Posicionamento
GPS - Global Positioning System
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO – International Organization Standardization
MDT - Modelo Digital do Terreno
ONU - Organização das Nações Unidas
OLE - Vinculação de Objetos
PEC - Padrão de Exatidão Cartográfica
RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo
SAD-69 - South American Datum
SIG - Sistema de Informações Geográficas
UTM - Universal Transversa de Mercator

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa, realizada sob o título “Monitoramento das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas – SC”, teve seu início no segundo semestre do ano de 2001, quando, na oportunidade, o pesquisador ingressou no Programa de Mestrado em Engenharia de Produção - área de concentração em Gestão Ambiental, sob a orientação do Professor Doutor Carlos Loch. Realizar essa pesquisa vai além da necessidade regional, nacional e mundial, pois o assunto é o estabelecimento de propostas de monitoramento dos recursos hídricos, haja vista a preocupação em torno da qualidade da água potável para o acesso e consumo de todos os seres vivos, com ênfase maior na humanidade.

Observa-se cada vez mais uma infinidade de campanhas e temas com relação à preservação do líquido precioso, porém, já é emergencial tanto quanto vital o encaminhamento e concretização das campanhas e propostas lançadas em prol do mesmo.

É com este propósito que este estudo se firmou, com o objetivo geral de promover um comparativo entre os resultados obtidos com as análises de água do Rio Canoinhas, com os índices previstos pela legislação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução CONAMA Nº 020, de 18 de junho de 1986, e com a Portaria Nº 1469, de outubro de 2001, do Ministério da Saúde, através da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), que estabelece a Qualidade da Água para o Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade, enquanto os objetivos específicos apresentam-se como ramificações ao geral, propiciando a quantificação da ação antrópica do homem, focalizando o tema Monitoramento de Água.

Respondeu-se aos objetivos propostos, no início do ano de 2004, cujos resultados obtidos serão apresentados, a fim de oportunizar à comunidade e aos demais interessados o conhecimento da real situação da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas, comparados aos padrões de potabilidade preestabelecidos pela legislação em vigor, a qual indica os padrões mínimos e aceitáveis para o equilíbrio do ecossistema.

Para tanto, buscou-se apoio nas últimas estatísticas hídricas apresentadas em debates por profissionais da área ambiental, quando relataram indicativos de que os continentes africano e sul-americano serão os primeiros a sofrerem com a falta de

água potável para o consumo humano. Portanto, mais uma vez confirma-se o caráter emergencial desta pesquisa, a qual vem responder às indagações sobre a qualidade dos recursos hídricos no Planalto Norte Catarinense, certificando pois a preocupação com o meio ambiente, além da vida acadêmica/científica, sendo possível conferir a intenção daqueles que buscam maneiras de preservar a água, temendo as conseqüências de um comprometimento ainda maior com a falta da mesma.

É importante registrar a preocupação deste estudo, em sustentar a identificação da demanda por bens de consumo, revelando um homem cada vez mais audacioso pela busca da sua satisfação pessoal, sendo que a ação antrópica do mesmo resulta em uma exploração desvairada contra os recursos naturais.

Iniciando a apresentação da dissertação pelo item da Introdução, a seguir dá-se espaço à Revisão Literária, onde descreve-se nos subtemas apresentados os itens: Consciência Ambiental; A Água e os Dejetos de Suínos; Sensoriamento Remoto; Cartografia Automatizada e Estruturação dos Dados Geográficos. Os temas em questão buscam apoio em estudiosos e pesquisadores, entre eles, LOCH; VIOLA; MOURA; DONAIRE; VIEIRA & WEBER; GRACIANI, entre outros, razão pela qual, estabelece-se o teor científico desta pesquisa.

Para o desenvolvimento deste estudo, os recursos metodológicos adotados estão minuciosamente descritos no item Materiais e Métodos, apresentando a trajetória da pesquisa de campo, considerando os aspectos qualitativos e quantitativos referentes à qualidade biológica das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas, descrevendo desde os Materiais Utilizados para a Coleta, a Metodologia, a Compilação da Base Cartográfica, a Implementação do SIG, a Criação de Interface para Consulta ao BANCO de Dados e a Criação de Mapas Temáticos. Os resultados trazem à pauta a Análise da Cartografia Existente; Cartografia Gerada e os Resultados das Análises das Amostras de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas.

Dando fechamento à dissertação, apresentam-se as Considerações Finais por parte do pesquisador, e os encaminhamentos para o prosseguimento de novas pesquisas, incentivando naqueles que tiverem oportunidade de conhecer este trabalho, o sentimento de cooperação e investigação, porque são os principais responsáveis pela perpetuação da vida e do ecossistema equilibrado no planeta Terra e que, após a leitura desta exposição científica, poderão compreender e

valorar esta produção, desenvolvida com respaldo nas obras consultadas, listadas nas Referências Bibliográficas.

1.1 Justificativa

Justifica-se este trabalho de pesquisa, devido à explosão demográfica em ascensão no planeta Terra, identificando-se maior demanda por bens de consumo, na busca de satisfazer o ímpeto consumista da humanidade, pois, conseqüentemente, observa-se com maior evidência a ação antrópica do homem na exploração dos recursos naturais e em todos os segmentos produtivos da economia, principalmente nas duas últimas décadas.

A atenção voltada para a sustentabilidade do ecossistema surge com maior ênfase a partir de 1972, quando do encontro ambiental, em Estocolmo, MOURA 2000, pois ainda nos primórdios do século XX, considerava-se que os recursos naturais eram infinitos. Tal concepção vem sofrendo alterações com o passar das décadas, principalmente quando se trata das águas doces com qualidade, que se manifesta em apenas 1% de todos os recursos hídricos disponíveis na Terra (RIGESA, 2003). A imprensa, por sua vez, contribui para o despertar da consciência ambiental da coletividade como um todo, quando destaca os desastres e crimes ambientais.

Dito isto, é possível perceber a importância dada à água, ao deparar-se com os dados da Organização das Nações Unidas (ONU), a qual declara que nos últimos vinte (20) anos o suprimento de água potável do planeta sofreu uma redução de 2/3, sendo a água um dos recursos mais nobres que a natureza oferece à humanidade.

Há que se considerar como dado preocupante, no Brasil, o estudo realizado pelo Movimento de Cidadania pelas Águas, o qual estima que 50% das praias estão poluídas por esgotos, vazamento de petróleo e lixo tóxico, causando a ocupação de 70% dos leitos hospitalares por vítimas de doenças transmitidas pelas águas.

A conseqüência da questão, anteriormente descrita, compreende que a crescente demanda por bens de consumo intensifica o processo produtivo, enquanto a carga poluidora vem acompanhando de forma eqüitativa o processo de degradação, acarretando sérios problemas ao ecossistema. Ilustra-se essa situação, usando as palavras de VIOLA *et al.*, (1995, p. 27) quando esse assim afirma:

comprova-se que, enquanto no nível econômico aumenta a ordem, por meio de uma melhor utilização dos recursos existentes na escala global, no nível socioambiental se favorece a desordem e prejudica a governabilidade, dado o aumento da degradação ecológica do planeta muito além da capacidade dos governos para controlá-la.

Em nome do desenvolvimento econômico ocorre a exploração irracional dos recursos naturais, sem levar em consideração a qualidade do ambiente que as futuras gerações irão encontrar. Prevalecendo o binômio da década de 60 “poluir para diluir” (MOURA, 2001, p. 1), e com a excessiva carga poluidora que o meio vem recebendo, apresentam-se algumas respostas bem claras, principalmente quando o foco refere-se aos recursos hídricos, pois segundo o Ministério do Meio Ambiente “O Brasil caracteriza-se pela existência de grandes rios e reservas aquíferas subterrâneas de elevadas potencialidades. Entretanto, em algumas áreas/regiões do país a disponibilidade hídrica constitui grave limitação” (BRASIL, 2000, p.105).

Enquanto que, no Estado de Santa Catarina, identificam-se dois focos bem distintos; no Sul do Estado, mais precisamente na região Carbonífera, os recursos hídricos estão poluídos em função da extração do carvão. Na região Oeste, enfrenta-se sérios problemas com dejetos de animais ‘suínos’, pois segundo as pesquisas de MOURA, nesta região:

Concentra-se a maior população de suínos do mundo, cerca de 3 milhões de cabeças, produzindo-se 24 milhões de m³ de dejetos por ano. Essa carga de poluição é equivalente às descargas sanitárias de 30 milhões de pessoas, sendo resultado de dejetos, resultados do processamento pós-abate ‘sangue, gordura, restos animais, etc.’ sendo apenas recentemente tomadas medidas mais apropriadas para controlar a carga orgânica poluidora, com a construção de estações de tratamento de efluentes, bio-esterqueiras, etc (2000, p.31).

Os dados quantitativos, anteriormente citados pelo autor, indicam a necessidade de uma ação efetiva por todos os segmentos sociais para a obtenção de alternativas econômicas e ecologicamente viáveis para o equilíbrio entre o processo produtivo e o ecossistema, reduzindo assim a ação antrópica do homem ao meio em que vive, proporcionando o desenvolvimento sustentável, racionalizando a exploração dos recursos naturais à sua disposição.

Considerando-se o esgotamento ambiental nos países desenvolvidos ou de primeiro mundo, bem como o crescimento da demanda por bens de consumo, seja no mercado nacional ou internacional, existem fortes indicativos econômicos para uma expansão do setor primário na economia brasileira, uma vez que o setor

agropecuário, na atualidade, vem se destacando no equilíbrio da balança comercial do país, que tem seu espaço territorial privilegiado, como também a produção de grãos, além de outros indicativos anunciados nos noticiários da imprensa falada e escrita, como a ocorrência da epidemia da “vaca-louca”, na Europa e a febre aftosa, no Continente da América do Sul.

São fatores que evidenciam o Brasil como um produtor em potencial de carne para o mercado internacional, além do mercado interno e, neste processo, a produção de carne suína destaca-se, principalmente no Estado de Santa Catarina, em função da tecnologia disponível, haja vista o predomínio da pequena propriedade, característica maior do Estado catarinense.

Segundo estatísticas da CIDASC/Canoinhas (BRAGA, 2001), a perspectiva de incremento na demanda de consumo está prevendo um incremento de 135% na produção da suinocultura na região do Planalto Norte Catarinense para os próximos 12 meses. De acordo com o IBGE/Canoinhas (2002), existe atualmente um plantel constituído de aproximadamente 28.000 suínos na região de Canoinhas.

Considerando a afirmativa de MOURA:

a região oeste de Santa Catarina oferece um perfil de suínos capaz de produzir $0,125m^3$ de dejetos por ano. Esta quantidade é equivalente às descargas sanitárias de 10 pessoas que vivem num centro urbano (2000, p.31).

Este estudo indica o poder de poluição dos dejetos de suínos quando lançados nas bacias hidrográficas sem tratamento algum, além de tornar-se um veículo em potencial para a disseminação de doenças e parasitoses à humanidade.

Para RATTES (2003, p.70):

Mesmo dispondo da maior riqueza hídrica do planeta, o Brasil não pode se orgulhar da situação de suas águas, que vêm perdendo qualidade. Cerca de 70% dos rios em território brasileiro estão contaminados, isso porque dos 54,2 milhões de domicílios brasileiros, apenas 34,6 milhões contam com serviço de coleta de esgoto (63,9%) e, destes, em somente 35,3%, ou 12,1 milhões de domicílios, o esgoto recebe algum tipo de tratamento antes de ser despejado nos corpos hídricos, o que significa que 80% dos domicílios do país não contam com serviço de tratamento de esgoto

A afirmativa citada indica a grave situação em que se encontram os recursos hídricos, principalmente os índices pluviais identificados no território brasileiro, colocando em risco várias espécies de seres vivos, incluindo o próprio homem.

Evidencia-se também que não é somente as atividades da zona rural que estão poluindo ou degradando os seus recursos hídricos, mas as áreas urbanas têm a sua contribuição no comprometimento deste recurso natural. Sendo assim, não somente a iniciativa privada, mas também o poder público tem sua parcela de responsabilidade por esta situação caótica em que se encontram as reservas hídricas do país.

Outro agravante enfrentado pelo Brasil é a distribuição demográfica, pois considerando o exposto no FÓRUM NACIONAL DAS ÁGUAS:

80% do volume total das águas estão concentrados na região Norte, que registra a menor densidade populacional do país, 5% dos brasileiros. Ao restante dos habitantes, 95%, compete dividir os 20% das águas disponíveis em outras áreas (RATTES, 2003, p. 70).

E como consequência desta elevada concentração, a demanda por bens de consumo é maior, e a utilização dos recursos hídricos no processo produtivo é mais intensa, além da exposição dos mesmos a uma carga de poluentes de todos os processos produtivos que propiciam o desenvolvimento e atendem as expectativas do consumidor.

Outra fragilidade, que não pode ser ignorada quando se trata de recursos hídricos, é a legislação, pois segundo RATTES (2003, p.71) “o Brasil, somente a partir da promulgação da Lei 9.433, em 1997, passou a dispor dos instrumentos legais necessários ao ordenamento das questões relativas à disponibilidade e ao uso sustentável de suas águas”.

Até então, a legislação se norteava no Decreto nº 24.643, de 10/06/1934 (Código de Águas), preponderando sempre os critérios econômicos sobre os ecológicos, onde em nome do desenvolvimento se explorava os recursos naturais sem preocupação alguma com o futuro, ou com a sustentabilidade do ecossistema. A partir da década de 90, a transformação da sociedade, bem como, a consciência ambiental e a mudança na relação entre Estado e Sociedade vêm contribuindo para o avanço e a busca de uma ambiência melhor para o futuro, principalmente quando considera-se a afirmativa de BONETI (1998, p.23-4).

Essa nova configuração que se estabelece entre a relação das lutas sociais e o Estado faz com que os movimentos sociais, hoje, além de assumirem uma postura de segmentos em negociação, assumam atividades conjuntas com o próprio Estado na defesa de setores da sociedade civil, alterando as posições, de opositores para parceiros.

Tarefas que no passado eram de responsabilidade do Estado, são assumidas conjuntamente pelo Estado e os movimentos sociais ou ONGs..

Neste novo contexto, a união de forças vem beneficiar significativamente o meio ambiente, bem como a perspectiva de futuro às novas gerações, pois através do desenvolvimento de pesquisas voltadas para o meio ambiente, nesse caso específico, à água, é que se obtém o comprometimento tanto dos órgãos públicos e privados, bem como a sociedade civil, para a preservação deste precioso recurso natural que é a fonte da vida.

1.2 Objetivos do Trabalho

1.2.1 Objetivo geral

- Promover um comparativo entre os resultados obtidos com as análises de água do Rio Canoinhas, com os índices previstos pela legislação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução CONAMA Nº 020, de 18 de junho de 1986, ou com a Portaria Nº 1469 ,de outubro de 2001, do Ministério da Saúde através da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) que estabelece a Qualidade da Água para o Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade.

1.2.2 Objetivos específicos

- 1) Identificar a poluição pelos dejetos de suínos na região;
- 2) adquirir mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e imagem de Satélite na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas para a sua identificação e localização;
- 3) percorrer o leito do Rio Canoinhas para georeferenciar e elencar os pontos de coleta para as análises em laboratório;

4)efetivar as coletas de água e seu encaminhamento ao laboratório para a análise biológica da mesma, buscando a determinação dos Coliformes Fecais e Totais, e da Demanda Biológica de Oxigênio (DBO);

5)propor alternativas para um Sistema de Monitoramento das Águas e Tratamento de Dejetos de Suínos, na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas, visando controlar e preservar a qualidade natural, dentro de níveis aceitáveis, mesmo estando sujeito aos impactos impostos pela ação antrópica do homem, através dos processos produtivos;

6)sugerir alternativas de tratamento dos dejetos, visando controlar os impactos da sua destinação sobre o meio ambiente, dentro de níveis considerados aceitáveis;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Consciência Ambiental

Considerando a explosão demográfica, o desenvolvimento econômico, social e político, observado no planeta Terra, ocorre com intensidade distinta em alguns segmentos ou regiões em decorrência das características culturais, grau de desenvolvimento muito particular de cada comunidade, porém, na maioria, esta explosão ocorre de forma desordenada, sem critério de expansão.

Segundo VIOLA *et al* (1995, p. 27):

comprova-se que, enquanto no nível econômico aumenta a ordem, por meio de uma melhor utilização dos recursos existentes na escala global, no nível socioambiental se favorece a desordem e prejudica a governabilidade, dado o aumento da degradação ecológica do planeta muito além da capacidade dos governos para controlá-la.

Em nome do desenvolvimento, incrementou-se a exploração dos recursos naturais, buscando-se a maximização dos lucros, prevalecendo o setor econômico sobre o ambiental. Paralelo a esta necessidade desenfreada de projeção econômica nos países em desenvolvimento, ocorre o aumento da população do planeta que implementa a busca por bens de consumo, impulsionando o setor produtivo a uma expansão em todos os setores e segmentos sociais, priorizando-se a produção. Com este objetivo, ocorreram os incentivos para a automação das indústrias, a mecanização agrícola no setor primário de produção, promovendo com isto a ocupação da terra e, conseqüentemente, intensificando a ação antrópica do homem ao planeta Terra, quando da exploração dos recursos naturais, na premissa do aumento da produção, para atender as demandas de consumo.

A história registra, ao longo de sua trajetória, que o homem sempre se serviu dos recursos naturais, produzindo resíduos de qualquer natureza, sem preocupar-se com a questão ambiental, sendo essa situação afirmada por MOURA (2000, p. 1), “os recursos eram abundantes e a natureza aceitava sem reclamar os despejos realizados, já que o enfoque sempre foi ‘diluir e dispersar’”.

Esta concepção extrativista, onde o homem simplesmente preocupou-se em apenas explorar os recursos naturais, imperou até a década de 60, quando do

registro de alguns grandes acidentes ecológicos que começaram a alertar a humanidade e, nesta década, como cita MOURA (2000, p. 1):

O Clube de Roma divulgou um relatório denominado 'Os Limites para o Crescimento' (*Limits to Grow*), elaborado por Dennis Meadows e outros, no qual, através de simulações matemáticas observavam as projeções de crescimento populacional, poluição e esgotamento dos recursos naturais da Terra.

Mesmo que, num segundo momento, estas projeções foram consideradas com sendo alarmistas e incorretas, indicaram para a mudança da concepção de que os recursos naturais mereceriam uma exploração mais racional, pois se apresentavam como indicativos de que os mesmos eram finitos, e motivaram para o aparecimento de algumas medidas, buscando-se a proteção.

Nesta época, não havia uma consciência ambiental da comunidade dos danos que o poder econômico estava impondo à sociedade, seja com relação à qualidade de vida, ou o custo que ela estava absorvendo para a recuperação da qualidade ambiental. Principalmente, quando se considera a afirmativa de VIOLA (1995, p.27):

refere-se à contradição existente entre o livre comércio internacional e o necessário combate a externalização dos custos ambientais da produção 'processo pelo qual os atores econômicos não incluem os danos ao meio ambiente nos preços, repassando assim para a comunidade os custos da sua reparação'.

Ainda na década de 60, também ocorreram algumas iniciativas isoladas por segmentos sociais na Inglaterra, visando à recuperação de cursos hídricos, e nos Estados Unidos, buscando-se, segundo MOURA (2000, p.2): "a (promoção de minorias e de mulheres, qualidade dos produtos e segurança, etc) constavam aquelas relativas aos efeitos da poluição". Fatos como estes, contribuíram para a formação de uma consciência ecológica, e/ou a necessidade de se olhar os recursos naturais não como uma fonte inesgotável de matéria-prima à disposição do poder econômico, o qual tinha como intenção a transformação em bens de consumo para a coletividade.

A década de 70 caracterizou-se como sendo o marco para o despertar da consciência ecológica, pois segundo MOURA (2000, p. 3):

Em 1972, ocorreu a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em Estocolmo, com a participação de 113 países. Nessa conferência evidenciou-se uma diferença entre ricos e pobres na visão do problema ambiental, os ricos achando que deveriam ser realizados controles internacionais rígidos para reduzir a poluição que atingia níveis alarmantes e os pobres não aceitando esse controle por interpretá-lo como um freio ao seu desenvolvimento. Essa foi, por sinal, a posição inicial do Brasil, cujos representantes entraram na conferência acreditando que os países ricos, após se aproveitarem de seus recursos naturais tentariam impedir os outros de fazê-lo.

Esta concepção indicava que o crescimento econômico preponderava, não importando quais os danos ambientais que representaria este desenvolvimento para a qualidade de vida para esta geração, e qual a herança a ser deixada para as futuras gerações. Pois, os representantes do Brasil, conforme sublinha OLIVEIRA (2002, p. 144), defendiam a

tese de que a proteção do meio ambiente seria objetivo secundário e não prioritário dos países em desenvolvimento. A palavra de ordem na ocasião era que 'poluição = progresso' Essa posição dos representantes do Brasil iniciou com algumas transformações no transcorrer da própria conferência.

A década de 70 traz como marco a mudança no conceito da responsabilidade social das empresas ou organizações perante a sociedade, que até então era medido apenas dentro da especificação legal. Este novo enfoque, segundo DONAIRE (1995, p.23) "foi denominado Conscientização Social '*Social Responsiveness*'", o qual tem-se consolidado intensivamente dentro das organizações, principalmente naquelas que buscam uma fatia maior no mercado em que atua, pois quando se considera a afirmativa de DONAIRE (*Id. Ibid*, p.22)

as empresas acabam ganhando melhor imagem institucional e isto pode se traduzir em mais consumidores, mais vendas, melhores empregados, melhores fornecedores, mais fácil acesso ao mercado de capitais, entre outras coisas. Uma empresa que é vista como socialmente responsável possui uma vantagem estratégica em relação aquela que não tem essa imagem perante o público.

Esta afirmativa está presente neste novo milênio, com a globalização dos negócios e a instituição de padrões internacionais de qualidade ambiental com a implementação da ISO 14.000, quando os padrões exigidos das organizações são cada vez rígidos, seja no contexto social ou ambiental, pois as exigências dos

consumidores são cada vez mais apuradas em relação à qualidade nos processos produtivos.

2.2 Sustentabilidade Ambiental

Com as relações econômicas e sociais globalizadas, faz-se importante a inclusão do empresário rural nesse novo processo de interação com o meio ambiente, pois ressalta-se, nas palavras de VIEIRA e WEBER (1997, p. 37), quando estes afirmam:

que pretende quebrar a 'rigidez da infra-estrutura tácita da consciência' (Bohm, 1980) e dos pressupostos éticos de indivíduos e grupos, estimulando assim a constituição de uma nova ordem de interações, passa a constituir um requisito indispensável de êxito dos processos de negociação.

Busca-se então uma nova relação do homem com o meio em que vive, procurando alcançar a sustentabilidade, imprimindo nas organizações a conscientização social de suas responsabilidades perante o meio ambiente no qual desenvolvem suas atividades, pois muitas vezes, os problemas em evidência, as próprias organizações ajudaram a criar. Segundo MOURA (2000, p. 04), na década de 70 surgiu

o conceito de 'desenvolvimento sustentável', que admite a utilização dos recursos naturais de que temos necessidade hoje, para permitir uma boa qualidade de vida, porém sem comprometermos a utilização desses mesmos recursos pelas gerações futuras.

Para o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2000 p. 40-1), a sustentabilidade deverá ser considerada sob o prisma de seis (06) dimensões:

Sustentabilidade social: ancorada no princípio da equidade na distribuição de renda e de bens, no princípio da igualdade de direitos à dignidade humana e no princípio da solidariedade dos laços sociais;

Sustentabilidade ecológica: ancorada no princípio da solidariedade com o planeta e suas riquezas e com a biosfera que o envolve;

Sustentabilidade econômica: avaliada a partir da sustentabilidade social propiciada pela organização da vida material;

Sustentabilidade espacial: norteada pelo alcance de uma equanimidade nas relações inter-regionais e na distribuição populacional entre o rural / urbano e o urbano;

Sustentabilidade político – institucional: que representa um pré-requisito para a continuidade de qualquer curso de ação a longo prazo;

Sustentabilidade cultural: modulada pelo respeito à afirmação do local, do regional e do nacional, no contexto da padronização imposta pela globalização.

Essas seis dimensões devem ser pensadas como sistemas articulados, cuja integração comporta elementos que se antagonizam ou concorrem entre si, o que torna a construção social do desenvolvimento sustentável um processo de gestão de conflitos sociais pluridimensionais

Neste processo é importante a participação do governo, o qual tem muito a contribuir, pois segundo VIEIRA e WEBER (1997, p.34):

Neste caso, a ação governamental pode considerar uma ampla variedade de formas de intervenção, como implantar, fortalecer ou desestimular a continuidade de certas experiências, dependendo dos resultados de uma avaliação lúcida da natureza dos problemas concretos de gestão assumidos em cada contexto social e ecológico.

Sendo assim, evidencia-se a necessidade de um programa com incentivo, alicerçado de forma cooperativa entre governo e empresa, para a pesquisa com linhas bem definidas, procurando acompanhar a evolução tecnológica, indicando novas alternativas para o processo produtivo em todos os setores, seja na emissão de poluentes na atmosfera, nos recursos hídricos ou no solo, na economia de energia, enfim na exploração racional dos recursos naturais buscando melhor o padrão da qualidade ambiental na atualidade e preservando o mesmo para as futuras gerações.

Um dos impulsos mais expressivos com relação à consciências ambiental, em nível de planeta ocorreu na década de 90, onde a grande maioria das nações identificou que para a obtenção de um padrão na qualidade de vida era necessário manter o ambiente limpo e, para tanto, haveria um preço a ser pago.

2.2.1 Qualidade Ambiental

A terminologia, segundo MOURA, “qualidade ambiental”, passou a participar no cotidiano da sociedade, enquanto nas empresas iniciou-se um trabalho na busca da racionalização do uso da energia e dos recursos naturais usados como matérias-primas, bem como aumentou o empenho e estímulos à reciclagem e reutilização, procurando eliminar os desperdícios.

Nesta década, o evento mais importante, citado por MOURA (2000, p. 08),

É a conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, no Rio Janeiro, também conhecida como a Cúpula da Terra, Rio 92, ou Eco 92. Essa conferência, em sua parte oficial teve a participação de 170 países, com a presença de importantes Chefes de Governo, mostrou que estava ocorrendo uma mudança generalizada de maior preocupação com o meio ambiente, associada à aceitação da necessidade de desenvolvimento, posição defendida principalmente pelos países do terceiro mundo.

A partir deste evento, o mundo conscientizou-se da necessidade de melhorar ou da mútua dependência entre o desenvolvimento e um meio ambiente ecologicamente em equilíbrio, buscando o desenvolvimento sustentável, pois MOURA (2000, p.08), ainda cita:

sem os recursos da natureza não existirá o desenvolvimento a longo prazo e a necessidade do desenvolvimento para que existam tecnologias que permitam a solução de problemas ambientais crescentes, e principalmente pelo combate e redução da pobreza que, via de regra, é causa de graves problemas ambientais e, ao mesmo tempo, é a maior vítima desse tipo de problema.

Sendo que esta afirmativa é comum ser constatada no Brasil, como também no Estado de Santa Catarina, pois se depara com a ocupação desordenada de áreas como as 'favelas em torno dos grandes centros', muitas vezes nas encostas dos morros, e os esgotos urbanos de indústrias, como também de granjas, sendo lançados nos recursos hídricos, mais a destruição da mata ciliar. Confirmado pela afirmativa de WEBER (1997, p. 115,116):

Estamos acostumados a ouvir falar de situações conflitantes ou degradadas: conflitos entre agricultores e pecuaristas, entre populações ribeirinhas e áreas de preservação, entre pescadores artesanais e 'industriais', entre autóctones e alotóctones, ou ainda, de 'degradação' de pastagens e da fertilidade dos recursos hídricos, de desflorestamento e perda de biodiversidade etc".

Isto indica que todos os setores produtivos e segmentos sociais, com raras exceções, têm sua parcela de contribuição no que tange à degradação dos recursos naturais. E esta prática antrópica do ser humano tem provocado alterações de grandes proporções na ambiência, podendo-se citar o efeito estufa, a chuva ácida, diminuição da camada de ozônio e a disponibilidade de água potável aos seres vivos, que sofreram uma redução drástica, como indica o relatório da Organização das Nações Unidas – ONU, mostrando que, nos últimos vinte (20) anos, o

suprimento de água potável na Terra sofreu a redução de 2/3 (dois terços) do seu conteúdo.

Considerando todas essas alterações, ressalta-se as palavras de LOCH (1993, 57):

Somando a estas alterações drásticas do ambiente ainda existe outro agravante que é o nível cultural do povo, o que está tornando o fato cada vez mais grave, uma vez que este povo não tem consciência do problema que esta causando.

Enquanto no Brasil, uma pesquisa realizada pelo Movimento de Cidadania pelas Águas estima que 50% das praias estão poluídas por esgotos, vazamento de petróleo e lixo tóxico. Esta mesma organização indica ainda, que 70% dos leitos hospitalares são ocupados por vítimas de doenças transmitidas pelas águas.

Estes dados quantitativos demonstram a necessidade de uma ação efetiva de todos os segmentos ou organizações sociais na busca de alternativas econômicas e ecologicamente viáveis para um equilíbrio entre o processo produtivo e o ecossistema, reduzindo assim, a ação depredatória do homem ao meio em que vive, proporcionando um desenvolvimento sustentável, racionalizando a exploração dos recursos naturais disponíveis no planeta.

Pois até então, em nome da globalização e do aumento da população mundial, incrementou-se a produção de bens de consumo, promovendo uma expansão dos setores produtivos, imprimindo o desenvolvimento econômico a qualquer custo na premissa do aumento da produção. Ressalta-se então as palavras de LIMA (2001), disponível na Internet, na base de dados da EMBRAPA: “O maior desafio do homem moderno é impedir que a vida na terra seja insuportável”.

Considerando esta afirmativa, convém considerar ainda a posição do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2000, p.51), quando afirma que:

O maior desafio convocado pelo axioma da sustentabilidade é, possivelmente, o de se pensar conjuntamente as dimensões global, nacional, regional e local. O desenvolvimento sustentável pode ser entendido como um projeto social de afirmação das diferenças nacionais, regionais e locais no interior da unidade mundial globalizada.

Este é portanto um desafio e um compromisso da humanidade moderna para com as futuras gerações, na construção de projetos sociais e econômicos alicerçados em critérios de sustentabilidade, respeitando as diversidades culturais

muitas particulares de cada etnia ou segmento social, pois, quando se compara a região Carbonífera – SC, com uma degradação em função da exploração do carvão, enquanto na região Oeste – SC, a degradação ocorre em virtude dos dejetos de animais (suínos), sendo que ambas comprometem os recursos hídricos de forma distinta, tornando-os impróprios ao consumo, conseqüentemente, com a perda da biodiversidade genética. É um dos recursos naturais mais importantes oferecido pela natureza, há poucas décadas considerado como recurso infinito, sendo, na atualidade, alvo da maior precaução no desenvolvimento globalizado e na busca da convivência harmoniosa com o ecossistema.

Salienta-se porém, que no Brasil, além destas fontes poluidoras no setor primário de produção, destaca-se ainda a perda de solo por erosão, pois MOURA mostra que “25 ton./ano por hectare, enquanto os níveis ‘normais aceitáveis’ situam-se de 3 a 12 ton./ano por hectare” (2000, p.28). E como conseqüência, junto com o solo, vem a matéria orgânica, fertilizantes e, com um poder de destruição maior, os agrotóxicos, além da degradação e assoreamento dos rios, que facilitam outro fenômeno da natureza, a desertificação. Fato este que destaca-se em virtude da inexistência da mata ciliar, a qual foi destruída em função da urbanização, pois a história indica que, na sua maioria, as cidades iniciaram a sua formação nas margens dos rios, como também a expansão da agricultura e pecuária, prevista no Código Florestal, o qual apresenta a sua regulamentação. Convém lembrar as palavras de LOCH (1993, p.53)

O empobrecimento do homem do campo está levando-o a explorar do solo mais do que ele tem à oferecer. Este fato está tornando a agricultura brasileira cada vez mais caótica. É necessário que o governo invista mais na análise da situação em que se encontra a capacidade de nosso solo, para então começar com algum programa de melhoria.

2.3 A Água e os Dejetos de Suínos

A água é certamente um dos recursos naturais mais nobres ou expressivos que a natureza oferece para a humanidade, considerando que todo o ciclo de vida dos seres vivo está sustentado neste recurso natural. O Brasil apresenta-se de forma privilegiada, pois segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2000, p. 105): “O Brasil caracteriza-se pela existência de grandes rios e reservas aquíferas

subterrâneas de elevadas potencialidades. Entretanto, em algumas áreas/regiões do país, a disponibilidade hídrica constitui grave limitação”.

Esta limitação não necessariamente está alicerçada na inexistência deste recurso natural, mas poderá estar amparado no uso predatório deste recurso hídrico pelo homem. Como exemplo, pode-se citar a região Carbonífera – SC, com seus recursos hídricos comprometidos em função da exploração do carvão. Outro exemplo a ser citado no Estado catarinense, diz respeito à região do Oeste – SC, onde o estudo de MOURA (2000, p.31), mostra que:

Concentra-se a maior população de suínos do mundo, cerca de 3 milhões de cabeças, produzindo-se 24 milhões de m³ de dejetos por ano. Essa carga de poluição é equivalente às descargas sanitárias de 30 milhões de pessoas, sendo resultado de dejetos, resultados do processamento pós-abate (sangue, gordura, restos de animais, etc.) sendo apenas recentemente tomadas medidas mais apropriadas para controlar a carga orgânica poluidoras, com a construção de estações de tratamento de efluentes, bio-esterqueiras, etc..

Este estudo indica o poder de degradação dos dejetos de suínos quando lançados nas bacias hidrográficas sem tratamento algum, além de tornar-se um veículo em potencial para a disseminação de doenças e parasitoses à humanidade.

Salienta-se que a suinocultura é uma atividade agropecuária de alta relevância no contexto produtivo brasileiro do setor primário de produção. E com maior destaque em Santa Catarina, pois considerando o trabalho de CHIUCHETTA (2000, p.64), a suinocultura

está presente em cerca de 3,5% das 5,83 milhões das propriedades existentes no País. Emprega mão-de-obra familiar, gera emprego e renda, produz alimento [...] com destaque para Santa Catarina ‘em especial o Oeste catarinense’ considerado como o de melhor nível tecnológico do País, detendo 17,3% do rebanho efetivo nacional.

Considerando que o Estado de Santa Catarina possui, em sua estrutura fundiária, a preponderância da pequena e média propriedade, esta atividade destaca-se como uma fonte adicional de renda e também uma alternativa para a empregabilidade da mão-de-obra familiar, estancando ou minimizando desta forma problemas ocasionados pelo êxodo rural, tão freqüente nesta economia globalizada. Outro destaque a de ser dado, é que a atividade da suinocultura evoluiu tecnicamente e expandiu-se principalmente no Oeste do Estado catarinense, em

virtude do fomento desenvolvido pelas agroindústrias, pois CHIUCHETTA (2000, p.65) afirma que “as agroindústrias detêm mais de 91% do rebanho do Estado”.

Este indicativo mostra a importância da atividade para o Estado e para o setor primário de produção, como também a necessidade de buscar alternativas para minimizar os danos ambientais desta atividade. Considerando que os países importadores de carne suína e outros produtos estão buscando a proteção de seus mercados, intensificando as barreiras, amparando-se principalmente nas questões ambientais, como alerta DONAIRE (1995, p.50):

A globalização dos negócios, a internacionalização dos padrões de qualidade ambiental esperadas na ISO 14.000, a conscientização crescente dos atuais consumidores e a disseminação da educação ambiental nas escolas permitem antever que a exigência futura que farão os futuros consumidores em relação à preservação do meio ambiente e à qualidade de vida deverá intensificar-se.

Considerando a água como uma das riquezas naturais mais expressivas para a humanidade, ou melhor para os seres vivos, justifica-se a educação ambiental priorizando a recuperação dos mananciais já poluídos e a preservação dos remanescentes. Pois, num futuro não muito distante, a falta da consciência ecológica do setor produtivo de produção poderá servir de amparo para um boicote internacional dos países desenvolvidos.

Com a explosão demográfica observada no planeta, conseqüentemente há um aumento na demanda por bens de consumo e indiscutivelmente os recursos naturais apresentam-se como um dos principais alvos do processo produtivo, seja qual for a forma para o atendimento desta demanda e as questões ambientais, que, segundo CHIUCHETTA (2000, p.65), “está relacionada à capacidade produtiva e seus conseqüentes impactos ambientais que ocorrerão no sistema produtivo no futuro, ao meio ambiente”. Considerando as afirmativas de PEARCE & MYERS; PEARCE & TUNER, citados por CHIUCHETTA (*Id.*) “Quaisquer que sejam as prática produtivas utilizadas, deve haver preocupações no sentido de que o processo produtivo não degrade os recursos naturais de maneira irreversível”.

Considerando esta afirmativa, haverá a necessidade de uma ruptura dos modelos tradicionais de desenvolvimento socioeconômicos observados na atualidade, para a busca da sustentabilidade do ecossistema para as futuras gerações, imprimindo um desenvolvimento com preocupações científicas e tecnológicas, comprometendo de forma coletiva todos os atores sociais na

implementação de um processo evolutivo e produtivo em constante equilíbrio ambiental, processo este em confrontos e conciliações nas diversas camadas sociais, políticas e econômicas, propiciando a construção e reconstrução do setor produtivo, almejando o desenvolvimento sustentável.

2.4 Sistema de Produção e Tratamento de Dejetos

A produção de suínos no Brasil principalmente no Estado de Santa Catarina, e com maior evidencia na região Oeste está alicerçada no sistema de criação intensivo confinado. Este sistema é explorado sobre piso de concreto, bem como algumas instalações. Identifica-se também em determinadas propriedades instalações com piso ripado total ou parcial. Para o manejo dos dejetos DALLA COSTA, *et al* (2001) explica que “em esterqueiras ou lagoas, é o mais utilizado, porém, os altos custos de implantação desses tipos de sistema têm dificultado o ingresso de novos produtores na suinocultura”.

Outro fator a ser considerado é o tamanho da área para a implantação das lagoas, pois em média são 4 (quatro) lagoas para um sistema de tratamento e um sistema de aeração, pois neste processo existe a necessidade da presença de bactérias aeróbicas para a decomposição dos dejetos, e antes do encaminhamento dos efluentes para as lagoas, necessita-se de um sistema para a retenção do material sólido, o qual deverá passar por um processo de compostagem, para posteriormente ser usado como adubo orgânico na produção agrícola.

Considerando ainda a afirmativa de DALLA COSTA, *et al* (2001).

O sistema intensivo de suínos criados ao ar livre (SISCAL), tem conquistado um grande número de criadores e técnicos, em face ao bom desempenho técnico, baixo custo de implantação, manutenção e produção, facilidade na implantação e na ampliação de produção e mobilidade das instalações, índices técnicos e devido à pressões de organizações que estão preocupadas com o bem estar do animal.

Este sistema de criação de suínos ao ar livre pode até tornar-se uma alternativa viável, desde que quando se tem área suficiente e com possibilidades de rotação e bem localizada, pois este sistema poderá ser tornar uma fonte poluidora, principalmente, quando se identifica um córrego por dentro desta área, ou quando este sistema estiver instalado próximo a uma nascente ou um curso hídrico, conforme retrato a foto a seguir.

FIGURA 1- CRIAÇÃO DE SUÍNOS NO SISTEMA AO AR LIVRE



Fonte: SIEVERS (2004)

2.4.1 Cama sobreposta

Um dos maiores desafios dos produtores de suínos nos tempos modernos ou na atual década, é a exigência da sustentabilidade ambiental ou ecológica nas regiões de produção intensiva. Considerando de um lado a pressão econômica para o aumento da produtividade e a busca da otimização dos recursos de produção (terra, capital e trabalho), observa-se o aumento dos plantéis, conseqüentemente um aumento no volume de resíduos em pequenas e médias propriedades na sua maioria.

Contrapondo a esta lei de sobrevivência do produtor em almejar a lucratividade no processo produtivo, sobrepõe-se a questão ecológica que preconiza a proteção do meio ambiente em todos os processos produtivos.

E com a perspectiva de atenuar a emissão de dejetos de suínos nos recursos hídricos, apresenta-se o sistema de criação em cama sobreposta, principalmente, ao considerar a afirmativa de OLIVEIRA *et al* (1998)

A criação de suínos em sistema de cama sobreposta '*Deep-Bedding*' foi introduzido na Europa no início da década de 80 e no Brasil na década de 90, em resposta aos problemas de poluição química e orgânica e aos odores ocasionados pelo manejo dos dejetos líquidos. Este tipo de criação se caracteriza por permitir a compostagem dos dejetos '*in-situ*', evaporação d'água contida nos dejetos, geração de calor e maior espaço para os animais (1,20 m² / suínos na fase de terminação). Por outro lado este tipo de sistema responde a demanda social dos animais promovendo o seu bem estar e favorecendo a satisfação fundamental dos porcos como a exploração e o ato de fuçarem sobre o substrato móvel.

Este sistema de produção apresenta-se com algumas limitações com relação à sanidade, alertados por alguns técnicos e pesquisadores da área, principalmente para os tratamentos preventivos e com o manejo da cama. Mas, quando comparada o momento da implantação dos sistemas convencional e o da cama sobreposta, este segundo apresenta-se com vantagens, conforme pode-se conferir por meio das palavras de DALLA COSTA, *et al* (2001).

O sistema de produção em cama sobreposta apresenta algumas vantagens em relação ao sistema convencional como: menor custo de investimento em edificações, melhor conforto e bem estar animal e melhor aproveitamento da cama como fertilizante agrícola. Contudo, esse sistema requer alguns cuidados quando da construção das edificações, tais como: maior pé direito e maior ventilação, maior disponibilidade de água, disponibilidade de material de boa qualidade, para cama, como maravalha, serragem, casca de arroz ou feno e um plantel de matrizes como bom status sanitário.

Outra vantagem que convém ressaltar neste processo produtivo, é que após a compostagem da cama pode ser utilizado como fertilizante agrícola, atendendo às expectativas da agricultura orgânica que prima pela sustentabilidade ecológica, indo ao encontro dos estudos de VIOLA *et al*, (2001, p.107).

A agricultura orgânica também se caracteriza pela valorização da agricultura como um modo de vida, no qual os fatores econômicos não são os mais importantes. Não se busca resolver o problema global de alimentação das populações em grande escala, mas prover as necessidades de pequenos grupos sociais.

2.4.2 Biodigestor no tratamento de dejetos de suínos

Este sistema de tratamento de dejetos vem se destacando desde a década de 70, pois conforme sublinha NASCIMENTO (2004):

Com a crise do petróleo na década de 70 foi trazido para o Brasil a tecnologia dos biodigestores, sendo os principais modelos implantados o Chinês e o Indiano. Na região Nordeste foram implantados vários programas de difusão dos biodigestores e a expectativa era muito grande, mas os benefícios do biogás e do biofertilizante de excelente qualidade, obtidos não foram suficientes para dar continuidade a estes programas e os resultados não foram muitos satisfatórios.

Considerando este sistema de tratamento de dejetos, o mesmo apresenta uma eficiência expressiva quando analisados os benefícios ambientais, porém, não obteve a expansão esperada pelo retorno econômico. E, quando analisado sob este aspecto, identifica-se dois produtos específicos, sendo um o biogás que é uma mistura de gases oriundos do processo de decomposição alicerçado na constante alimentação das bactérias anaeróbias do material orgânico.

Convém destacar os estudos apresentados no Glossário Ambiental (GUIANATURA, 2002):

Biogás é uma mistura de gases cuja composição depende da forma como foi obtida. De modo geral sua composição é variável e é expressa em função dos componentes que aparecem em maior proporção. Assim o biogás pode conter 50 a 70% de metano (CH_4), 30 a 50% de gás carbônico (CO_2) e traços de gás sulfídrico (H_2S). Esta mistura de gases pode ser obtida também partindo-se de diversos tipos de materiais, tais como resíduos de materiais agrícolas, lixo, vinhaça, casca de arroz, esgoto entre outros, nos digestores, pelo processo de fermentação anaeróbica através de uma sequência de reações que termina com a produção de gases como o metano e o carbônico.

O gás metano obtido neste processo de fermentação, mesmo apresentando um alto valor energético não apresenta a mesma rentabilidade quando comparado ao gás obtido do petróleo - Gás Liquefeito de Petróleo (GLP).

Outro produto oriundo do biodigestor é o biofertilizante que poderá ser utilizado na produção agrícola com grande eficiência, pois é um produto biolíquido e facilmente absorvido pelas plantas, além do destaque da higienização com a implantação do biodigestor que propicia a eliminação de odores bem como evita a proliferação de parasitas.

Além dos dois sistemas de biodigestor acima mencionados, atualmente apresenta-se a construção de um novo sistema com mantas de PVC, as quais protegem os tanques interligados por canos que são responsáveis pelo recebimento e condução dos dejetos de suínos de um tanque ao outro, sendo que o abastecimento ocorre no primeiro tanque, e após um período de estabilização, ocorre a eliminação do biofertilizante do outro lado, pronto para a fertirrigação.

Isto posto, facilita-se a implantação do sistema pela infra-estrutura ser bastante simples, requerendo não mais de dois meses para estar em funcionamento, menor custo. Técnicos do setor afirmam que a exposição da manta de PVC aos raios solares, provoca o aquecimento dos dejetos e como consequência uma maior produção de biogás em função da aceleração do processo. Ressaltam ainda que estes biodigestores apresentam a capacidade de captar os dejetos produzidos por 1.100 suínos, transformando-os em 400m³ de biogás, o que representa uma produção de quinze botijões de GLP de 13 quilos cada, em média por dia.

Considerando a afirmativa de GERMANO (2004):

Os resíduos líquidos e sólidos resultantes do processo formam um biofertilizante de excelente qualidade e larga aplicabilidade na agricultura. O biogás pode ser usado em fogões, motores, lâmpadas e geladeiras a gás, podendo ser considerado uma das fontes energéticas mais econômicas e de fácil aquisição pelas pequenas propriedades rurais.

Analisando esta consideração, convém salientar que com a utilização de um subproduto da suinocultura, além de otimizar a exploração dos recursos naturais com a utilização do biogás pelas pequenas e médias propriedades, evitar-se-á a derrubada de árvores e a poluição causada pela queima da lenha, recurso energético muito utilizado nas zonas rurais, além dos benefícios ambientais já citados anteriormente.

A contaminação das águas subterrâneas por dejetos de animais não é problema somente dos países em desenvolvimento, principalmente quando observadas as afirmativas de PRADO (2002).

Nas águas subterrâneas o problema não é menor, principalmente por causa dos efluentes de criações (porcos, bois, aves). Principalmente se lembrar que nos EUA os rebanhos produzem 130 vezes mais dejetos que os seres humanos. A Europa está às voltas com dramas semelhantes. Um tribunal de Rennes condenou o governo francês por não evitar a contaminação de água usada para abastecimento humano por nitratos provenientes de criações, principalmente de porcos e frangos. Na Holanda, o problema dos

efluentes de criações é dramático, num país que tem mais porcos que seres humanos – e por isso mesmo já decidiu reduzir esses animais em 25% numa primeira etapa (haverá outras). A Alemanha passou a exigir dos proprietários rurais exame das águas subterrâneas a cada seis meses. No México, relatório recente mostrou que 93% dos rios apresentam alto grau de poluição. Relatório do final do ano passado da Agência Nacional de Águas (ANA) diz que a poluição está ‘fora de controle’ nos rios de oito (8) Estados, do Rio Grande do Sul à Bahia – 70% dos cursos examinados apresentavam ‘alto índice de contaminação’.

Considerando os indicativos acima, detecta-se o alerta para a necessidade de medidas urgentes a fim de sanar a problemática da poluição dos recursos hídricos, seja pelo setor primário ou secundário de produção, e buscando-se a sustentabilidade ecológica visando primar pela qualidade de vida no planeta Terra, seja da atual ou das futuras gerações.

2.5 Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto é uma das tecnologias mais utilizadas para obtenção de informações sobre a superfície da Terra (NOVO, 1993). O sensoriamento remoto pode ainda ser definido como: utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, naves espaciais, etc., com objetivo de estudar o ambiente terrestre, através de registro das interações entre a radiação electromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas diversas manifestações (KARNAUKHOVA, 2000).

E principalmente, na questão Meio Ambiente, pois não existe monitoramento quando não se dispõe de dados confiáveis ou fidedignos, e quando se identifica este fato necessita-se da implantação de uma prognose, objetivando a captura das informações passadas ou como era, para posteriormente implementar o monitoramento.

Ressaltam-se aqui as palavras de LOCH (1990, p.19)

A tecnologia de Sensoriamento Remoto Orbital, tem como principal característica a repetitividade, se torna uma importante ferramenta para suprir este problema do mapeamento em intervalos curtos de tempo, o que resolve a questão da atualização do cadastro.

Ainda segundo CAMPBELL (1996): o Sensoriamento Remoto - é uma prática de aquisição da informação sobre a superfície terrestre e das águas, utilizando as imagens adquiridas a partir da perspectiva de cima, com emprego da radiação eletromagnética numa ou em várias zonas do espectro eletromagnético, refletido ou emitido pela superfície terrestre.

2.5.1 Sensoriamento Remoto e os Estudos Ambientais

O emprego dos sensores remotos no Brasil para estudos ambientais remonta da década de 90. ZAMPIERI (2000) afirma que:

As imagens de satélites constituem-se em um ferramental valioso para detectar, identificar e propor ações concernentes, como o objetivo de corroborar nos estudos de processos de devastação ambiental. A associação é utilizada rotineiramente para orientar os caminhos para identificar as seqüelas ambientais, a fotogrametria, em função da escala de trabalho (no caso, grande) e dos recursos oferecidos, possibilita uma interatividade positiva, dimensionando-se e o espaço e a área objeto de estudo. Por outro lado, as imagens oriundas de satélites possibilitam proceder à análise regional, caracterizando eventos comuns de degradação ambiental em escalas menores.

Para ROSOT *et al* (2000) os sensores remotos são fontes confiáveis de informação sobre a superfície terrestre para todos os setores da humanidade.

Este autor ainda destaca:

A utilização de imagens de satélite representa uma forma rápida e consistente de acesso a informações sobre uso do solo e alterações no ambiente ao longo do tempo. Isto se deve principalmente à sua alta periodicidade e facilidade de interpretação visual, utilizando-se técnicas de processamento de imagens. A alta tecnologia disponível de sensoriamento remoto e os recentes e modernos sensores de mapeamento atualmente em operação em plataformas orbitais não devem ser desconhecidos dos responsáveis pela implantação de uma política de monitoramento e manejo dos recursos naturais. Neste contexto, dados de sensores orbitais tornam-se cada vez mais adequados a estudos ambientais devido às suas características superiores em relação às resoluções espaciais, espectrais, temporais e radiométricas.

O Sensoriamento Remoto também pode ser utilizado para o controle da qualidade da água. Segundo GRACIANI (2000):

O sensoriamento remoto cumpre um importante papel no monitoramento da qualidade da água. A visão sinóptica provida por ele dá aos pesquisadores indícios da dinâmica e das condições da qualidade da água. Não obstante, raras vezes os dados obtidos por sensoriamento remoto são as únicas entradas para o monitoramento, geralmente eles são utilizados como auxiliares dos dados obtidos nas amostras de campo. As aplicações de SR (sensoriamento remoto) estão limitadas às características que podem ser observadas sobre a superfície dos corpos de água, portanto, uma relação empírica entre um indicador da qualidade da água e as bandas espectrais do sensor remoto deve ser estabelecida, para poder, então, inferir o estado da qualidade da água de um determinado corpo de água. Uma vez estabelecida tal relação é possível mapear a distribuição e/ou a concentração de um determinado indicador da qualidade da água. Além de poder mapear a distribuição espacial o SR permite também determinar a distribuição temporal de um parâmetro dado da qualidade da água. Através de uma análise multitemporal das imagens de SR é possível monitorar processos dinâmicos. Devido às imagens serem adquiridas de um sensor situado em órbita estável e repetitiva, é possível estudar as mudanças produzidas na superfície terrestre sejam elas ocasionadas por fatores naturais ou antrópicos.

2.6 Cartografia Automatizada

Com poucas exceções, a realidade física (mundo real) a ser representada em um mapa digital, não é composta por partes lógicas e necessita ser abstraída, generalizada e adaptada às especificações no processo de criação da base cartográfica digital. A modelagem da realidade é de fundamental importância na criação desta base. Este processo visa, antes de tudo, atender as necessidades de cada usuário, e é bem possível que, com a abstração da realidade espacial, venham a ocorrer resultados diferentes para uma mesma realidade (FRANK & GOODCHILD, 1990).

Os padrões cartográficos, atualmente utilizados para a criação e atualização de mapas digitais, surgiram para suprir as necessidades da Cartografia analógica e são restritos à tecnologia do papel e da caneta. É uma solução puramente visual e que visa a facilitar o entendimento do usuário final (FONSECA & BORGES, 1997).

Faz-se necessário diferenciar as soluções existentes, evidenciando-se termos comumente utilizados.

2.6.1 *Computer Aided Design and Drafting* - CADD

O “*Computer Aided Design and Drafting*” (CADD) ou Desenho e Projeto Auxiliado por Computador, são programas computacionais utilizados para a produção de plantas digitais, entre elas os mapas. Estes programas disponibilizam todos os elementos gráficos necessários à produção de mapas: pontos, linhas, polilinhas, textos e símbolos. Estes elementos são referidos a um sistema de coordenadas, geralmente, planas. As feições são organizadas por níveis de informação (temas), que são um conjunto de elementos gráficos. A tabela 01 apresenta um exemplo de uma estrutura de um arquivo gráfico digital.

TABELA 1 - ESTRUTURA DE UM ARQUIVO CADD

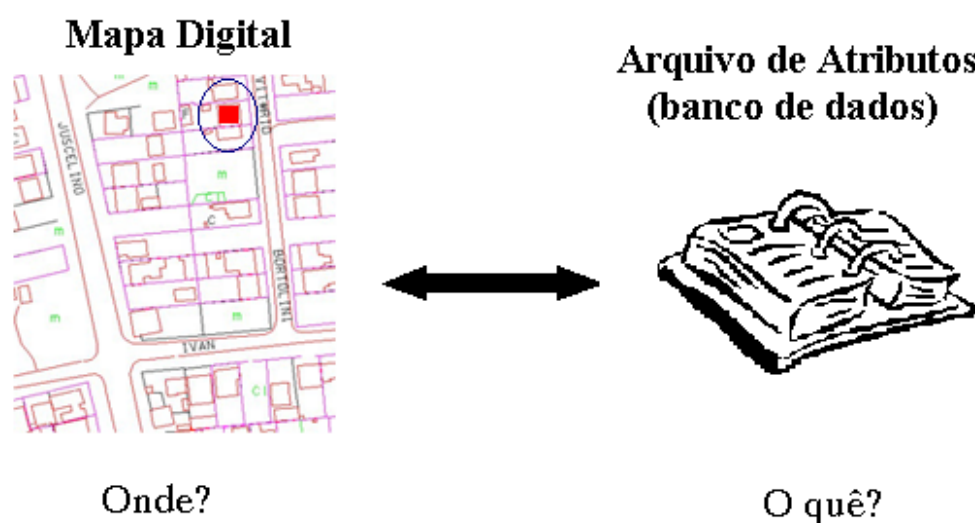
| Tipos | Nível | Cor | Espessura | Fonte | Coordenadas |
|-----------|-------|----------|-----------|-------|-------------|
| Linha | 01 | Amarelo | 1 | - | XY,XY |
| Linha | 01 | Azul | 1 | - | XY,XY |
| Polilinha | 02 | Vermelho | 1 | - | XY,...,XY |
| Texto | 03 | Azul | 2 | Times | XY |
| Símbolo | 04 | Verde | 1 | - | XY |

Os programas Cadd proporcionaram grande avanço na produção e manutenção de mapas reduzindo custos e tempo, adicionando ainda a facilidade de manipulação dos mesmos. Contudo, estes programas não são capazes de analisar informações referentes às feições representadas ou mesmo realizar comparações entre as mesmas.

2.6.2 “Automated Mapping (AM) e Facilities Management” (FM)

Segundo KORTE (1997), “Automated Mapping (AM) e Facilities Management” (FM), é um programa Cadd que utiliza ferramentas para manipular mapas acrescidos dos atributos dos dados referentes às feições específicas. Um exemplo seria a armazenagem da localização e atributos relacionados a cada unidade fiscal urbana (lote) e as edificações que se localizam nesta unidade. Um Am/Fm utiliza elementos gráficos para representar feições e organizá-las por temas. É superior a um programa Cadd, pois define relações entre os componentes do sistema através dos dados específicos de cada elemento representado no mapa. A Figura 01 mostra este relacionamento.

FIGURA 2 - RELACIONAMENTO DE ELEMENTOS GRÁFICOS COM SEUS RESPECTIVOS ATRIBUTOS



Fonte: SCHIMALSKI, M. B. (2001)

2.6.3 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

Segundo BONHAM (1997), Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é um sistema computacional para gerenciamento de dados espaciais. Estes sistemas trabalham com dois espaços distintos:

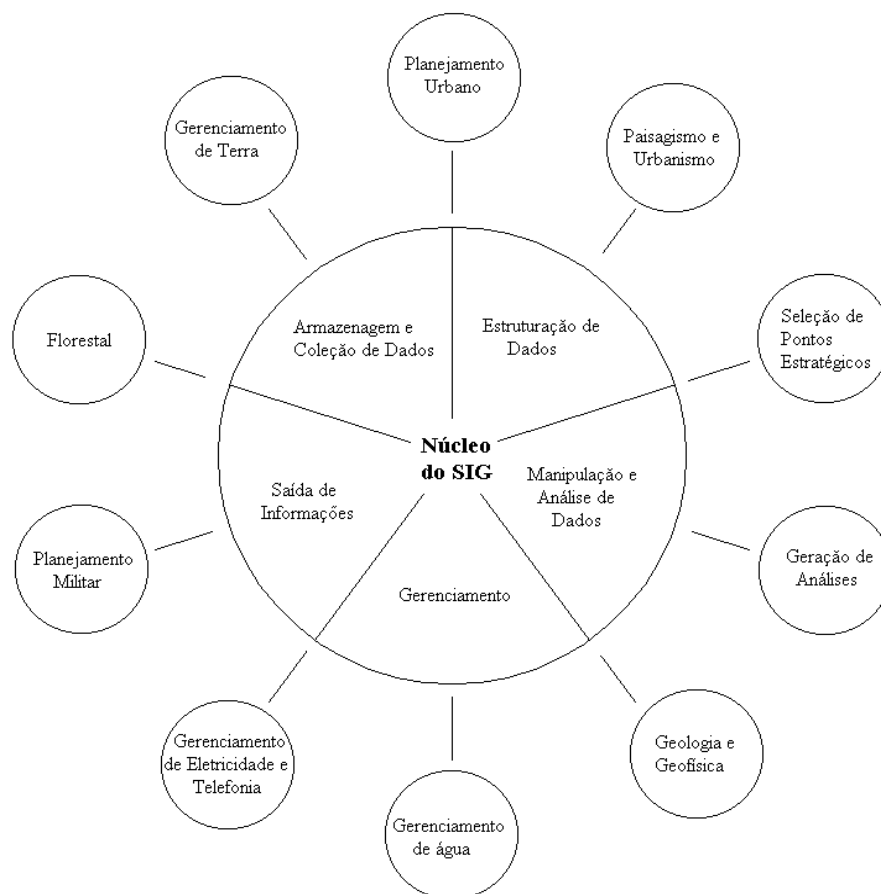
- Espaço Geográfico: implica que a localização dos pontos ou objetos seja conhecida ou possam ser calculadas em termos de coordenadas;
- Espaço Informação: implica que os dados sejam organizados para um desempenho ótimo, propiciando a produção de mapas coloridos, imagens, gráficos estatísticos, tabelas e respostas para as mais variadas consultas.

Um SIG é habilitado a trabalhar com o espaço geográfico e o de informação produzindo resultados provenientes do cruzamento dos dados destes dois espaços. Desta maneira, os usuários obterão a visualização espacial das ocorrências dos seus dados armazenados em um banco de dados.

Já para KIMERLING (1992), considerando um ponto de vista puramente técnico, um SIG pode ser definido como a integração de um conjunto de configurações de programas e equipamentos computacionais para a coleção, armazenagem, estruturação, manipulação, análise e visualização de dados espaciais referenciados a um sistema de coordenadas geográficas. Isto reflete que os componentes físicos de um SIG, bem como o seu desempenho e correto funcionamento, dependerão de computadores com melhor desempenho de processamento e de pessoal qualificado para a sua operação.

Baseado nesta definição, KIMERLING (1992) e nas possíveis aplicações para um SIG, elaborou uma provável estrutura para estes sistemas. Esta estrutura, que tem por núcleo o SIG, é mostrada na Figura 2.

FIGURA 3 - ORGANOGRAMA DE APLICAÇÕES DE UM SIG



Fonte: KIMERLING (1992)

Com relação aos componentes da Figura 2, pode-se dizer que:

- Núcleo do SIG: são os equipamentos e programas computacionais, banco de dados e o pessoal envolvido na operação, manutenção e gerenciamento do sistema;
- Coleção e Armazenagem dos dados: definição dos tipos de dados necessários para satisfazer os requerimentos do sistema. As informações são extraídas a partir do banco de dados, mapas e imagens digitais, bem como quaisquer outras observações sobre a superfície terrestre;
- Estruturação de dados: diz respeito à adequação (uniformização) dos dados, como por exemplo, a transformação de diferentes sistemas de projeção dos mapas para o Universal Transverso de Mercator (UTM);
- Geração de Análise: medir, comparar e matematicamente ou estatisticamente modelar os diferentes temas dos dados de tal maneira a prever, dada uma condição, um determinado fenômeno;

- Saída de Informações: possibilitar a impressão dos mapas resultados obtidos pelo SIG, dados analíticos, gráficos e quaisquer outros mapas digitais inseridos no sistema;

- Gerenciamento do SIG: possuir pessoal qualificado no que diz respeito à manutenção do sistema, como por exemplo, atualizações dos equipamentos e programas computacionais, manutenção de senhas de acesso, atualizações das informações inseridas no SIG, entre outras.

Considerando-se a visão de DAVIS (1997), que diz que existem várias definições para SIG, cada uma delas tenta privilegiar um aspecto de uma tecnologia, que estando no limite de várias áreas do saber, é percebida de prismas diferentes pelos especialistas de cada uma destas áreas. SIG são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica intrínseca à informação e indispensável para a sua análise. Então, o motivo da existência do SIG estaria centrado nos dados espaciais e da utilidade destes.

Ainda segundo DAVIS (1997), a coleta de dados referentes à distribuição espacial dos recursos minerais, propriedades, animais e plantas sempre foi uma parte importante nas atividades das sociedades organizadas. Como as informações se restringiam a mapas e documentos em papel, o acesso e manipulação eram facilitados, porém, a análise e combinação de diversos mapas e dados eram complexas. Os SIG são o resultado da consolidação dos avanços tecnológicos nas áreas de: computadores, banco de dados, computação gráfica, cartografia digital, geodésia, topografia, pesquisa operacional e otimização em redes.

DAVIS (1997) ressalta que um SIG não atenderá a todas as necessidades de um projeto mas normalmente deverá disponibilizar ferramentas para:

- Representar graficamente informações de natureza espacial sendo capaz de associar a esta informação gráfica (espacial), informação alfanumérica tradicional. Esta representação deverá ser na forma vetorial (pontos, linhas e áreas) e ou arquivos rasterizados (imagens digitais);

- Recuperar informações com base em critérios definidos pelo usuário;

- Realizar operações matemáticas com áreas, tais como união, intersecção e diferença;

- Restringir o acesso ao banco de dados espacial;

- Visualização dos dados geográficos na tela do computador;
- Interface amigável e de fácil interação com o usuário;
- Recuperação rápida das informações espaciais armazenadas;
- Possibilitar a entrada e saída dos dados espaciais de tal maneira que possam ser lidos por outros sistemas;
- Recursos para a atualização e manutenção dos dados: utilizando-se de periféricos tais como: “*mouse*”, mesa digitalizadora e “*scanner*”;
- Recursos para a geração de saídas e de resultados sob a forma de mapas, gráficos e tabelas, disponibilizados para impressoras de pequeno e grande formato;
- Disponibilizar ferramentas para o desenvolvimento de aplicativos, atendendo as necessidades específicas de cada usuário. Para isto, deverá ser disponibilizada uma linguagem de programação, que possibilite entre outras coisas, a customização da interface do SIG com o usuário.

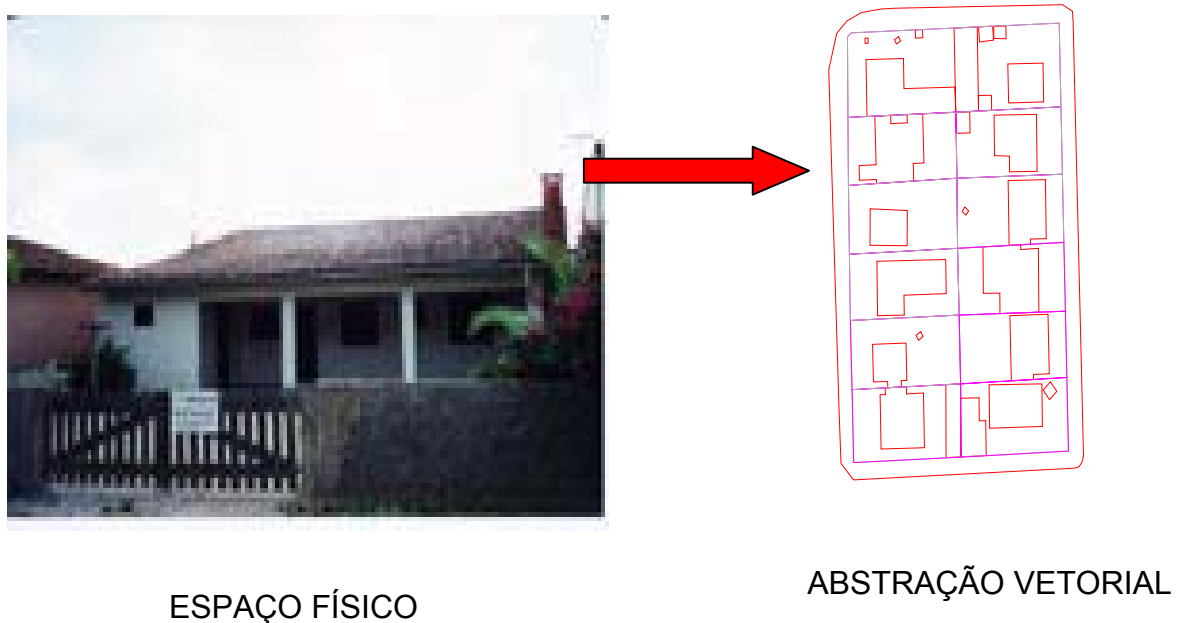
2.7 Estrutura dos Dados Geográficos

A abstração do espaço geográfico por meio de mapas ocorre através da utilização dos três elementos gráficos básicos: pontos, linhas e áreas. Segundo BURROUGH (1999), a armazenagem e representação destes mapas em formato digital poderá ocorrer mediante a utilização de duas estruturas distintas de dados: vetorial e matricial.

2.7.1 Estrutura de Dados Vetoriais

Esta estrutura de dados é baseada na codificação e armazenagem de todos os elementos gráficos básicos referidos a um conjunto de coordenadas (x,y) do espaço Euclidiano. Além de ser o formato de dados mais utilizado atualmente no SIG, adiciona-se uma maior acuracidade na representação das feições. A Figura 07 apresenta feições representadas pela estrutura vetorial.

FIGURA 4 – ESTRUTURA DE DADOS VETORIAL



Fonte: SCHIMALSKI, M. B. (2001)

2.7.2 Estrutura de Dados Matriciais ou Raster

BURROUGH (1999) define a estrutura de dados raster como uma das mais simples, onde uma grade quadrangular é sobreposta a realidade física no terreno. Cada elemento da malha é denominado célula ou “pixel”, que é referente ao termo em inglês “*picture element*” (elemento pictórico). Estas células são referenciadas pelo número da linha e da coluna, contendo em cada localização (linha,coluna) um valor numérico inteiro chamado “*digital number*” – DN (número digital).

A resolução de uma imagem diz respeito à quantidade de linhas e colunas que são utilizadas para representar para uma mesma área. Quanto maior for o número de linhas e colunas para uma mesma área, menor será a região representada em cada célula. A Figura 08 apresenta a estrutura de dados matricial.

FIGURA 5 - ESTRUTURA DE DADOS MATRICIAL



Fonte: SCHIMALSKI, M. B. (2001)

2.8 *Global Positioning System – GPS*

Com a evolução tecnológica identificada neste mundo globalizado surge a era espacial, e convém ressaltar as palavras de LOCH E CORDINI, (1995, p. 185)

Com o advento da era espacial, e a possibilidade de utilização dos satélites artificiais para fins geodésicos, a comunidade geodésica mundial, pressentindo o potencial desse moderno sistema de comunicação, vem explorando esta nova tecnologia com vistas ao estabelecimento de métodos de posicionamento cada vez mais rápidos e precisos, que se baseiam no rastreamento de satélites artificiais.

Outra vantagem apresentada pelo sistema GPS que é apresentada pelo IBGE (1993), citado por LOCH E CORDINI, (1995, p. 187) “[...] o GPS foi projetado de forma que, em qualquer lugar do mundo e a qualquer momento, existam pelo menos quatro satélites acima do plano do horizonte do observador [...]”.

Ao referenciar segmentos do sistema, novamente, reporta-se às palavras dos autores anteriormente citados:

O sistema NAVSTAR-GPS subdivide-se em três segmentos:

- 1) Segmento espacial: formado pela constelação de satélites;

- 2) Segmento de controle: formado pelas estações terrestres responsáveis pela operação do sistema GPS; e
- 3) Segmento dos usuários: formado pela comunidade usuária, incluindo receptores, algoritmos, software, etc., com vistas à determinação da posição, velocidade e ou tempo (1995, p. 187-88)

As imagens de satélite não são apropriadas para atualização do cadastro em área urbanas.

Para KRUEGER (2000), o GPS, é um sistema de posicionamento global baseado numa constelação de 28 satélites artificiais. Um dos objetivos é proporcionar aos usuários sua posição tridimensional, informações sobre o tempo e auxiliar na navegação. Os satélites que compõem o sistema, transmitem sinais os quais são decodificados pelos receptores. Atualmente, este sistema estende-se a setores científicos não militares e até em atividades de lazer, devido ao seu grande potencial.

Os usuários deste sistema posicionam-se sobre a superfície terrestre utilizando os métodos absolutos e relativos. No 1º caso, emprega-se apenas um receptor GPS e a precisão alcançada com o código P é de 10m a 20m. Para aplicações geodésicas, recorre-se ao posicionamento relativo.

O posicionamento relativo caracteriza-se pela observação simultânea dos sinais dos satélites em pelo menos duas estações distintas, o que contribui para uma significativa redução de erros, especialmente do erro do relógio do satélite, das efemérides e da propagação do sinal na atmosfera.

Neste tipo de posicionamento, utilizam-se diferentes técnicas para a modelagem da medida da fase da portadora: observações não diferenciadas, simples diferença de fase, dupla diferença de fase e a tripla diferença de fase. Elas conduzem a dois conceitos de exploração distintos: estimação e eliminação dos parâmetros.

As técnicas de posicionamento relativo para distâncias curtas entre receptor de base e móvel (até 20 Km) possibilitam corrigir os erros sistemáticos referentes aos relógios dos satélites, das efemérides e da propagação do sinal na atmosfera, que afetam igualmente as duas estações, podendo ser eliminados ou minimizados através das técnicas de diferenciação (PRADO, 2001).

Pode-se empregar, no posicionamento relativo, diferentes tipos de observações, a saber: código, código suavizado pela fase da portadora e fase da

portadora. Os posicionamentos com código geralmente são simples e fornecem baixas acurácias, enquanto, os posicionamentos com a fase são mais complexos devido a necessidade da resolução inteira das ambigüidades e, com isso, obtém-se altas acurácias.

Nesta técnica de posicionamento a antena do receptor móvel está em movimento, percorrendo as estações cujas coordenadas desejam-se determinar. As técnicas, nas quais a antena encontra-se estacionária, são o estático clássico e o estático rápido. A diferença entre as duas refere-se ao tempo de ocupação por estação e a taxa de gravação dos dados. No estático clássico, a antena/receptor móvel deve permanecer pelo menos 1 hora por estação. Esta característica explora a mudança de geometria dos satélites, auxiliando na resolução da ambigüidade. No método estático rápido, o período de ocupação varia de 5 a 20 minutos, dependendo sempre da quantidade de satélites acima do plano do horizonte. Existe a necessidade para este método da coleta de observações superabundantes, isto é, com taxa de aquisição menor que 2 segundos.

Outro método de levantamento GPS que pode ser empregada é a cinemática, nas quais a antena da estação itinerante está em movimento. O deslocamento entre as estações poderá ser registrado, porém, a sua acurácia é inferior. As técnicas possíveis no modo cinemático: pseudocinemático, cinemático contínuo e *Stop and Go* (PRADO, 2001).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização da Área de Estudo

A área de estudo compreende a delimitação geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas, situado no Planalto Norte do Estado de Santa Catarina. A Bacia Hidrográfica abrange os municípios de Canoinhas, Três Barras, Bela Vista do Toldo, Major Vieira, Papanduva e Monte Castelo. A Figura 5, ilustrará a localização da Bacia Hidrográfica.

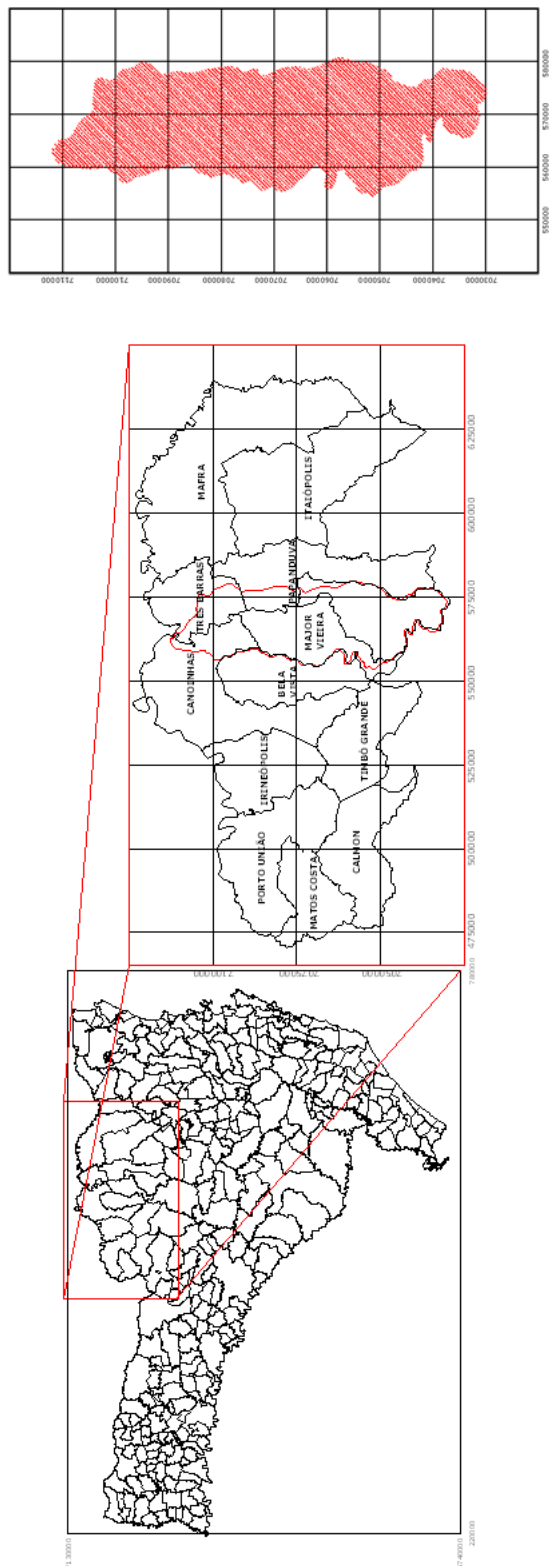
3.2 Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas

O Rio Canoinhas localiza-se no Planalto Norte de Santa Catarina, na microrregião do Contestado, apresentando uma extensão de 143km, tem suas nascentes no município de Monte Castelo, mais especificamente na serra do Espigão; vários afluentes compõem a sua bacia e vai desembocar no Rio Negro, rio este que é o marco divisor dos Estados do Paraná e Santa Catarina, nesta região.

Contribui como alicerce econômico, principalmente ao setor primário de produção (agricultura e pecuária) nos municípios catarinenses de Monte Castelo, Major Vieira, Três Barras, Canoinhas e interior de Papanduva. E, no setor secundário, destaca-se principalmente no município de Canoinhas. Como fonte de abastecimento urbano de água, atende aos municípios de Canoinhas e Major Vieira.

O objeto de estudo focaliza-se nos limites do município de Canoinhas, situado no vale do Canoinhas, a uma latitude de 26°10'38" S, longitude de 50°23'24" W de *Greenwich* e altitude de 765 metros (CANOINHAS, 2000). O município de Canoinhas possui a área urbana com 25,86km², abrigando 17.472 domicílios. Desses, 13.088 domicílios pertencem à área urbana e 4.383 à rural, identificando-se a média de 2,95 por domicílio. O município apresenta uma população de 51.616 habitantes no ano de 2000, sendo que 73,4% vivem na cidade e 26,6% nas áreas rurais, atingindo uma taxa de crescimento demográfico de 4,67% nos últimos quatros anos (IBGE (2000)). População esta que se formou por uma diversidade étnica, pois inicialmente foi povoado pela frente migratória paulista, que inclui portugueses, espanhóis e caboclos; mais tarde, o município recebeu poloneses, ucranianos e alemães. No início do século passado, surgiram sírio-libaneses e depois os italianos.

FIGURA 6 - LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOINHAS



Fonte: SIEVERS, R. Com colaboração de SCHIMALSKI, M. B. (2004)

3.2.1 Solos

A região do Planalto Norte apresenta-se com uma topografia que favorece a mecanização, fator este, preponderante para a expansão do setor primário de produção, principalmente de grãos.

Quanto a sua constituição, destaca-se momentaneamente a classificação feita pela EPAGRI (1994, p. 68-9), com referência à região de Canoinhas;

Os Latossolos Vermelho-Escuro Álicos, são solos argilosos ou muito argilosos, muito profundos, muito porosos, permeáveis e bem drenados, possuindo cores vermelho-escuras com pouca diferenciação entre os horizontes. Alto grau de intemperização lhes confere altos teores de Fe_2O_3 (6 a 18%) e são ricos em sesquióxidos. São solos originários de rachas sedimentares, possuem fertilidade natural baixa e teores de alumínio prejudiciais às plantas. Os solos Gleys Húmicos, são solos hidromórficos e quando húmicos possuem elevados teores de matéria orgânica no horizonte superficial. Apresenta horizonte gley com cores de redução (acinzentadas), em decorrência do excesso de umidade a que estão submetidos permanente ou temporariamente. Apresentam, em geral, seqüência de horizontes A e Cg, são mediantemente profundos, mal ou muito mal drenados, baixa permeabilidade e porosidade, textura argilosa ou muito argilosa. São solos de baixa fertilidade natural e ácidos. Os Cambissolos Húmicos Álicos, são solos que ocupam na bacia cotas altimétricas elevadas, em relevo ondulado e suave ondulado. São originados principalmente a partir da decomposição de siltitos, argilitos, arenitos finos e folhelhos. São solos minerais, não hidromórficos, caracterizados pela presença de um horizonte B incipiente, baixa diferença textural entre os horizontes A e B. Têm seqüência de horizontes A, (B) e C, possuem baixa fertilidade natural e elevados teores de matéria orgânica nos horizontes superficiais, principalmente. São medianamente profundos e com elevados teores de alumínio trocável.

Com referência à classificação dos solos da região do Planalto Norte Catarinense, confirma-se a predominância dos Cambissolos, prevalecendo com uma formação ácida. Enquanto nos limites da Hidrobacia do Rio Canoinhas, encontram-se áreas bastante extensas com a classe de solo Gley, solos recomendados principalmente para a cultura do arroz irrigado. Sendo que para os demais cultivos anuais, necessitam de uma boa drenagem, bem como de grandes quantidades de calcário.

3.2.2 Clima

A característica climática do município, segundo Köppen, classifica-se como mesotérmico úmido, sem estação seca e com verões frescos, apresentando temperatura média anual de 17°C. A ocorrência de geadas é mais freqüente em junho, julho e agosto, quando ocorre uma média de 17,4 geadas/ano. Enquanto que a precipitação pluviométrica média varia em torno de 1473,3 mm/ano.

Quando consideramos a classificação da EPAGRI (1994, p. 49), a região do Planalto Norte Catarinense, apresenta o “clima Cfb: Quatro meses com temperaturas maiores que 10°C. A temperatura do mês mais quente é menor que 22°C (Clima Temperado Úmido)”.

3.2.3 Vegetação

Considerando as afirmativas da EPAGRI (1994, p.47):

A vegetação primária desta Bacia Hidrográfica era representada principalmente por Floresta Ombrófila Mista, com pequenas manchas de área de formação Pioneira, principalmente nas regiões de influência dos rios Iguaçu, Negro, Timbó, Paciência e Canoinhas.

Além das espécies nativas inerentes a Floresta Ombrófila Mista, onde predominava a Araucária e a Imbuia, destacava-se também, principalmente nos bosques, a Erva-mate, que historicamente foi responsável por uma das maiores riquezas econômicas do município de Canoinhas. Esta atividade extrativista cedeu espaço na década de 70, principalmente para a agricultura, com a intensificação da mecanização agrícola, intensificando a ação antrópica do homem ao meio ambiente. Há de se ressaltar que a atividade da Erva-mate busca manter sua tradição de forma nativa, pois predomina os adensamentos em bosques ou em sub-bosques localizados em áreas com pouca umidade no solo.

3.3 Materiais

Para a realização deste projeto foram necessários:

- 01 bote de alumínio equipado com motor de popa de 15 hp, equipamento de segurança e primeiros socorros cedidos pelo Corpo de Bombeiros;
- 01 receptor de sinais GPS, marca Astech, modelo Promark II;
- 01 sensor de sinais GPS, marca Astech, modelo G12;
- 01 caixa de isopor;
- 60 garrafas de vidro de borossilicato, para coleta de água;
- 01 filmadora digital portátil, marca Sony;
- 01 computador pessoal, com processador Pentium IV, 1.6 Ghz, 256 Mb de Ram e unidade multimídia;
- 01 computador portátil, do tipo laptop, com processador Celerom, 1.1 Ghz, 256 Mb de Ram e unidade multimídia;
- 01 impressora jato de tinta, marca Hp, modelo 840 C;
- Programa Autodesk Map 2004;
- Programa Access 2000;
- Programa Survey Astech 2.6;
- 02 cartas topográficas, do mapeamento sistemático do IBGE, em escala 1/100.000 (Carta Canoinhas e Santa Cecília);
- 01 cena do sensor Landsat 7, 221-078, de janeiro de 2001;

3.4 Metodologia

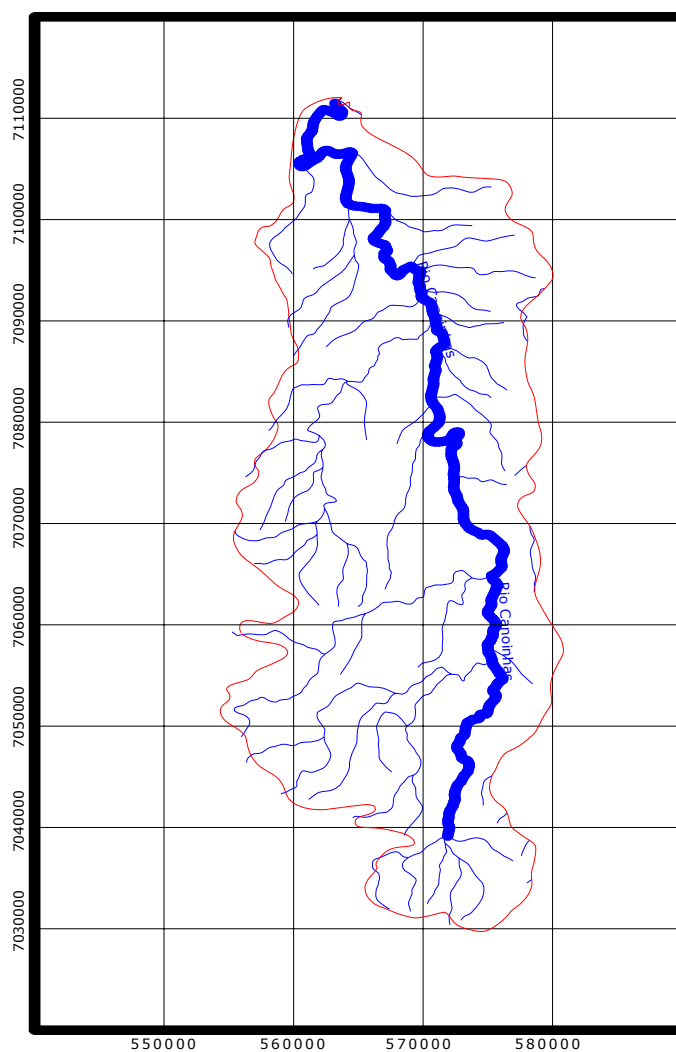
As etapas para a realização das atividades foram:

- Planejamento da coleta de dados em campo;
- Coleta de dados em campo: 1ª amostragem;
- Compilação da Base Cartográfica Digital;
- Compilação do Banco de Dados Alfa-numérico;
- Coleta de dados em campo: 2ª amostragem;
- Atualização do banco de dados;
- Implementação do Sistema de Informações Geográficas;
- Criação do impactômetro digital.

3.4.1 Planejamento da Coleta de Dados em Campo

A Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas abrange uma área total de 145.095,349 hectares e o seu rio principal, o Canoinhas, tem uma extensão de 142,5 Km. A sua área abrange parte dos municípios de Canoinhas, Major Vieira, Monte Castelo, Papanduva e Três Barras. A seguir é apresentada a distribuição espacial da bacia nestes municípios.

**FIGURA 7 – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOINHAS –
HIDROGRAFIA**



Fonte: SIEVERS, R. Com colaboração de SCHIMALSKI, M. B. (2003)

Para realizar a coleta das amostras de água, foi necessário percorrer o canal do Rio Canoinhas, da sua foz com o rio Negro, até a sua nascente na Serra do Espigão. Para tanto, foi utilizado um barco a motor disponibilizado pelo Batalhão do Corpo de Bombeiros de Canoinhas. A equipe foi composta por dois pesquisadores e um bombeiro.

Para facilitar o planejamento das missões de coleta *in loco* procedeu-se à visitação de toda a extensão do rio. Nesta ocasião, foi determinada a localização dos pontos amostrais, bem como o eixo do rio. A técnica empregada para o georeferenciamento destes elementos foi o posicionamento via satélite, utilizando o Sistema Global de Posicionamento (GPS).

Neste sentido, foram empregadas as técnicas de posicionamento:

- Pontual: *Stop and Go*, com tempo de ocupação de 2 minutos, intervalo de gravação de 2 segundos;
- Linear: Cinemático, com intervalo de gravação de 2 segundos.

Em ambos os casos, o posicionamento preciso ocorreu com pós-processamento dos dados obtidos a campo (móvel), a partir da correção oriunda dos dados obtidos por uma estação de referência (base).

O equipamento empregado para a obtenção dos dados a campo foi o receptor produzido pela Astech, modelo Promark II. Este equipamento tem a seguinte configuração:

- Dez canais para recepção dos sinais dos satélites;
- Capacidade de recepção da onda portadora L1 e do código C/A;
- Capacidade de armazenagem de oito *MegaBytes*;
- Antena externa do tipo topográfica, modelo 700829 da Astech;
- Intervalo de gravação das observações satelitais a cada 2 segundos.

Os dados de base foram obtidos através da rede mundial de computadores e compreendem as estações de referência:

- PARANA: localizada no Centro Politécnico na Universidade Federal do Paraná pertencente à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC). Compreende um receptor de sinais marca Trimble, modelo 4000 SSI. As coordenadas de referência empregadas foram:

- Latitude: 25° 26' 54,1321" S;
- Longitude: 49° 13' 51,41144" W;
- Altitude Elipsoidal: 925,705.

- Datum Horizontal: *South American Datum* (SAD-69).

O formato dos dados desta estação é o RINEX.

- CELESC: localizada na matriz da empresa Centrais Elétricas de Santa Catarina em Florianópolis. Compreende um receptor de sinais marca Trimble, modelo Pathfinder ProXr. As coordenadas de referência empregadas foram:

- Latitude: 27° 35'19,05300 S;
- Longitude: 48° 29'53,228 W;
- Altitude Elipsoidal: 46,000 m;
- Datum horizontal: WGS-84 (World Geodetic System).

Formato dos dados é o RINEX.

- LAGES: localizada no centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. O receptor é marca Trimble, modelo CBS. As coordenadas de referência empregadas foram:

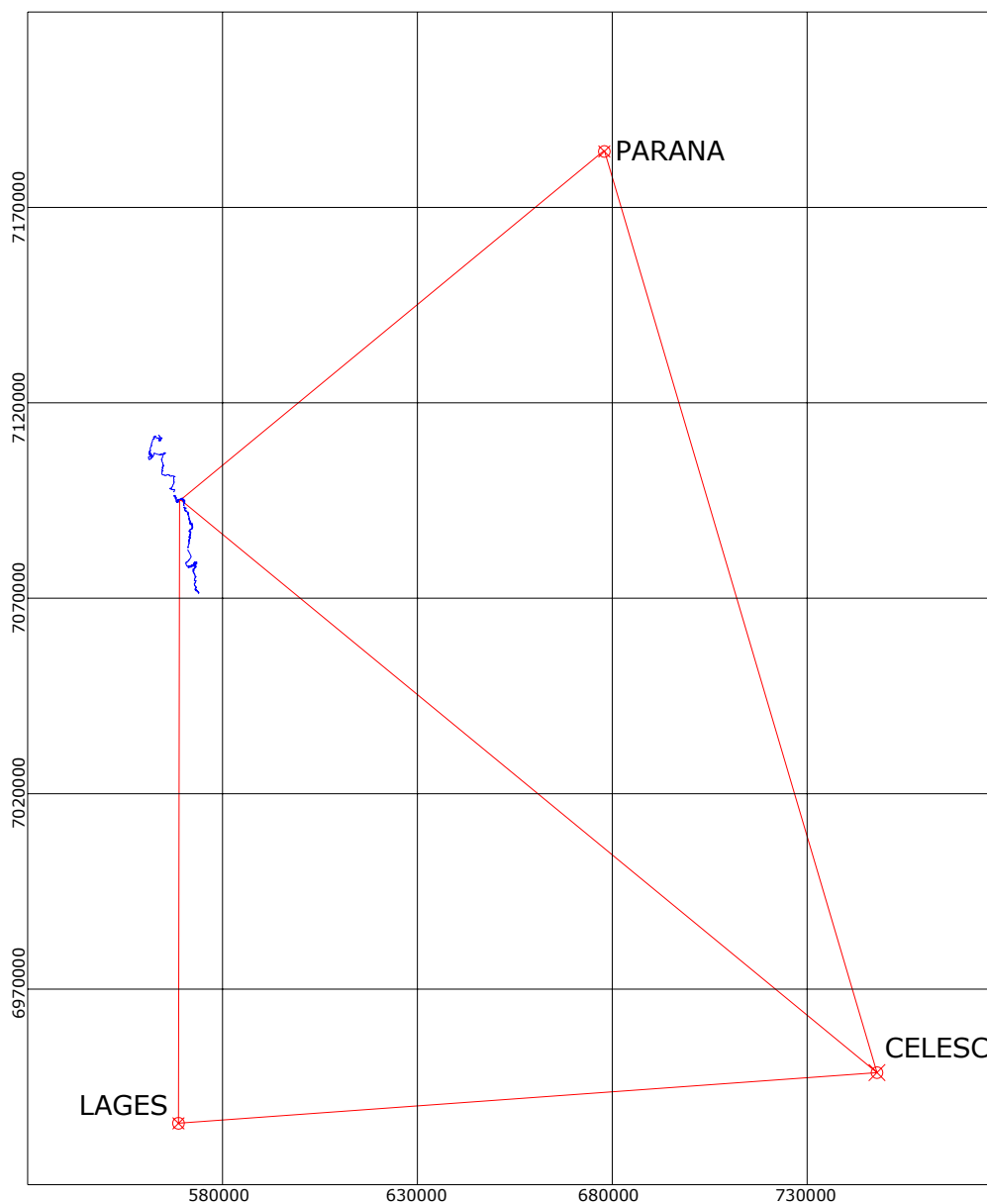
- Latitude: 27° 47'32,55245" S;
- Longitude: 50° 18'13,51869" W;
- Altitude Elipsoidal: 942 m;
- Datum horizontal: WGS-84.

O formato dos dados é o SSF.

Os dados obtidos pelo receptor móvel foram descarregados no computador pessoal e carregados no programa *Astech Solutions* 2.6. Os arquivos referentes às observações das estações de base foram descarregados através da rede mundial de computadores nos respectivos endereços eletrônicos. Para os arquivos obtidos na estação de Lages, foi necessária a conversão para o formato RINEX.

Para o processamento no programa, foi utilizada a técnica de rede (*Network*) que permite o ajustamento dos vetores base-móvel. Desta forma, foi possível melhorar consideravelmente a acurácia dos pontos obtidos no levantamento de campo. A figura a seguir, apresenta a distribuição das estações de base em relação aos pontos obtidos no campo:

FIGURA 8 – BASES GPS UTILIZADAS NO PROCESSAMENTO



Projeção Cartográfica: UTM – 51° w

Fonte: SIEVERS, R. Com colaboração de SCHIMALSKI, M. B. (2004)

Os locais para os pontos amostrais foram a foz dos afluentes e em locais estratégicos, a estação coletora da CASAN, pontos de despejo de efluentes industriais e domésticos e na nascente, foz e o salto do Rio Canoinhas. Ao todo, foram determinados 30 pontos amostrais.

Salienta-se que foram escolhidos 04 pontos fora do leito do rio, sendo 02 pontos localizados na rede de distribuição de água da Casan e 02 em poços artesianos perfurados na Bacia Hidrográfica, ambos com uma profundidade de 600 metros.

A seguir, apresenta-se a Tabela 02, com a descrição e a posição corrigida de cada ponto amostral. As coordenadas referem-se à Projeção UTM (MC 51° W), referidas ao Datum Horizontal SAD-69.

TABELA 2 – PONTOS DE COLETA DE ÁGUA

| PONTO | DESCRIÇÃO | LATITUDE (S) | LONGITUDE (W) |
|-------|-----------------------------|--------------|---------------|
| 1 | Foz Monjolo | 7105522,812 | 561051,3842 |
| 2 | Ponte Madeira São Cristóvão | 7108086,230 | 561400,795 |
| 3 | Curva próximo a Rampton | 7110951,057 | 563549,768 |
| 4 | Foz do Rio Canoinhas | 7111768,405 | 563553,336 |
| 5 | Saída do São do Cristóvão | 7108842,216 | 561617,447 |
| 6 | Casan | 7103447,293 | 564547,340 |
| 7 | Cia Canoinhas | 7103803,089 | 564613,975 |
| 8 | Mutirão Água Verde | 7104969,890 | 564411,431 |
| 9 | Rio dos Pardos | 7106866,440 | 565062,706 |
| 10 | Milli | 7107133,015 | 564910,9101 |
| 11 | Valetão do São Cristóvão | 7106018,005 | 561891,593 |
| 12 | Rio Água Verde | 7105466,945 | 561224,206 |
| 13 | Salto | 7083001,168 | 571001,858 |
| 14 | Rio da Anta | 7087698,050 | 572187,646 |
| 15 | Master III | 7088473,384 | 572252,643 |
| 16 | Rio Bonito | 7090004,210 | 571455,688 |
| 17 | Rio Tigre | 7090772,868 | 571408,844 |
| 18 | Foz II | 7092063,963 | 570800,574 |
| 19 | Foz III | 7093587,491 | 570185,00 |
| 20 | Arroio da Jangada | 7095125,829 | 570097,385 |
| 21 | Salseiro | 7094514,760 | 568236,931 |
| 22 | Ibama | 7101068,368 | 567617,813 |
| 23 | Rio Alemão | 7101660,820 | 564425,426 |
| 24 | Nascente | 572506,200 | 7037552,500 |
| 25 | Pontilhão Nascente | 572843,900 | 7043458,000 |
| 26 | Ponte do Rio Canoinhas | 576038,600 | 7055623,300 |
| 27 | Torneira Antonio Liller | 559588,152 | 7104258,800 |
| 28 | Torneira Paul Harris | 561170,300 | 7104251,500 |
| 29 | Taunay | 556752,200 | 7115931,200 |
| 30 | Sonda | 561884,300 | 7102617,600 |

Projeção Cartográfica: UTM – 51° w

Fonte: SIEVERS, R.; com a colaboração de SCHIMALSKI, M. B. (2003)

3.4.2 Coleta de Dados a Campo

As visitas *in loco* foram feitas em 06 datas distintas, em virtude do tempo disponível para o envio das amostras para os laboratórios em Joinville(SC). Foram coletadas 60 amostras, sendo duas para cada ponto.

As análises biológicas da água compreenderam a quantificação dos seguintes parâmetros:

- DBO: Demanda Biológica de Oxigênio;
- CT: Coliformes Totais;
- CF: Coliformes Fecais.

Os recipientes empregados para a coleta foram previamente esterilizados e durante o período de obtenção e transporte, foram acomodados em caixa térmica refrigerada.

Para facilitar a localização dos pontos previamente determinados foi empregado um receptor de sinais GPS de navegação que tinha armazenado em sua memória interna a posição geográfica de tais pontos.

Adicionalmente à coleta de água, procedeu-se a obtenção de uma fotografia digital referente ao local amostrado. Para tanto, foi empregada uma câmara digital marca Nikon, modelo Coolpix, com 4 megapixel de resolução. As imagens obtidas foram descarregadas diretamente em um computador pessoal utilizando conexão via cabo USB e o programa *Nikon View 3.0*. Em anexo, encontram-se alguns exemplos das fotografias digitais obtidas a campo.

3.4.3 Compilação da Base Cartográfica

As informações cartográficas disponíveis antes da realização do projeto de pesquisa, correspondiam ao mapeamento sistemático do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). A área de estudo foi englobada pelas folhas:

- Canoinhas, folha SG-22-Z-A-II;
- Santa Cecília, folha SG-22-Z-A-V.

Os parâmetros cartográficos destes documentos são:

- Escala: 1/100.000;
- Projeção Cartográfica UTM;
- Meridiano Central (MC): 51° W;

- Disponibilidade: analógico (papel).

Para o emprego das informações cartográficas provenientes desta carta foi necessário realizar a conversão analógico/digital dos referidos documentos. Para tanto foi empregada a seguinte metodologia:

- Aquisição dos mapas junto ao IBGE;
- Rasterização Automática dos documentos: os documentos adquiridos foram transformados em arquivos matriciais digitais, empregando-se um ‘scanner’ de grande formato. A resolução das imagens digitais obtidas foi de 300 dpi (*dotch pit inch*);
- Registro dos arquivos matriciais: para utilizar as informações dos mapas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), é necessário que as mesmas estejam no formato digital vetorial. Neste sentido, foi necessário registrar os mapas rasterizados. O programa *Autodesk Map* dispõe de um aplicativo denominado Raster, que possibilita registrar imagens matriciais a partir de pontos com coordenadas conhecidas na imagem e no espaço geográfico. Os pontos empregados foram as intersecções da malha UTM de cada carta e o modelo matemático para o registro foi o Afim Geral no Plano. Este modelo é apresentado abaixo:

$$X = a.x + b.y + c$$

$$Y = d.x + e.y + f$$

Onde:

X,Y – coordenadas no terreno;

x,y – coordenadas na imagem;

a,b,c,d,e,f – parâmetros de escala (x,y), rotação e translação.

Concluído o georeferenciamento, para o Datum SAD-69, dos documentos cartográficos, procedeu-se a sua unificação, transformando-os em uma única imagem.

- Vetorização das feições cartográficas: após a unificação das cartas realizou-se a vetorização em tela das feições cartográficas de interesse. Foram convertidas para o formato vetorial as informações referentes às curvas de nível e pontos cotados, bem como os rios. Também foi delimitada a bacia tomando por princípio a localização dos topos de morro a partir da foz do Rio Canoinhas. Para

proceder esta conversões foram empregadas as ferramentas para a criação semi-automática e edição de vetores disponíveis no programa *Autodesk Map* 2004;

- Aquisição de imagem satelital: as cartas do IBGE utilizadas para esta pesquisa apresentam uma grande defasagem temporal (elaboradas a partir de aerofotos do ano de 1966). Em virtude desta limitação foi necessário atualizar o uso do solo da Bacia Hidrográfica . Para esta finalidade foi empregada uma imagem do sensor Landsat 7, referente ao dia 13 de janeiro de 2001, sendo a órbita escolhida 221 e o ponto 78;

- Registro da imagem satelital: para a classificação do uso do solo foram utilizados os canais 5, 4, 3 e pancromático do referido sensor. Estes canais foram registrados empregando-se o programa Raster com o modelo matemático Afim Geral no Plano. Os pontos de controle empregados foram obtidos a campo com auxílio de receptores de sinais GPS de navegação e distribuídos uniformemente sobre a área de interesse. O total de pontos de controle empregados foi nove;

- Processamento digital da imagem satelital: concluído o registro dos canais, realizou-se o processamento digital da cena. Inicialmente, foi obtida uma imagem híbrida composta da fusão dos canais 5,4,3 e pancromático, o que resultou em uma imagem com 15 metros de resolução geométrica. Esta foi então sobreposta ao limite da Bacia Hidrográfica e então recortada, de tal maneira que somente a área da bacia fosse visualizada. Adicionalmente foram empregados filtros passa alta, visando destacar os limites de uso do solo;

- Classificação do uso do solo: para classificar o uso do solo da bacia foi empregada a amostragem não-supervisionada. Foram extraídas 62 amostras para os seguintes uso:

- mata nativa;
- mata ciliar;
- campo;
- agricultura;
- florestamento com espécies exóticas;
- manchas urbanas.

O modelo matemático empregado para a classificação foi o *MaxVer*. A imagem classificada foi submetida a pós-processamento utilizando-se a reamostragem baseada em classes cumulativas (*clump*), isto é, acumulando áreas adjacentes similares usando operadores morfológicos (*Autodesk*, 2004).

3.4.4 Compilação do Banco de Dados Alfanumérico

Os dados provenientes da análise de água, bem como as observações de campo e as fotografias digitais dos pontos visitados foram armazenados em um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (DBMS). Como a massa de dados produzida não foi grande, optou-se por utilizar o gerenciador Access 2000, utilizando suas tabelas relacionais para o armazenamento das informações. Foram criados campos específicos referentes a:

- GEOID;
- Número da amostra;
- Local;
- Tipo de amostra;
- Disponibilidade Biológica de Oxigênio;
- Coliformes Totais;
- Coliformes Fecais;
- Fotografia digital do local.

As informações foram armazenadas em registros próprios para cada campo.

De igual forma, a que foi procedida na primeira etapa aos pontos amostrais, foi realizada uma nova visita, utilizando-se os mesmos recursos e métodos empregados anteriormente. Os dados obtidos foram então armazenados no banco de dados previamente criado.

3.4.5 Implementação do Sistema de Informações Geográficas

Normalmente, os trabalhos para a implantação de um SIG acontecem na seguinte sequência:

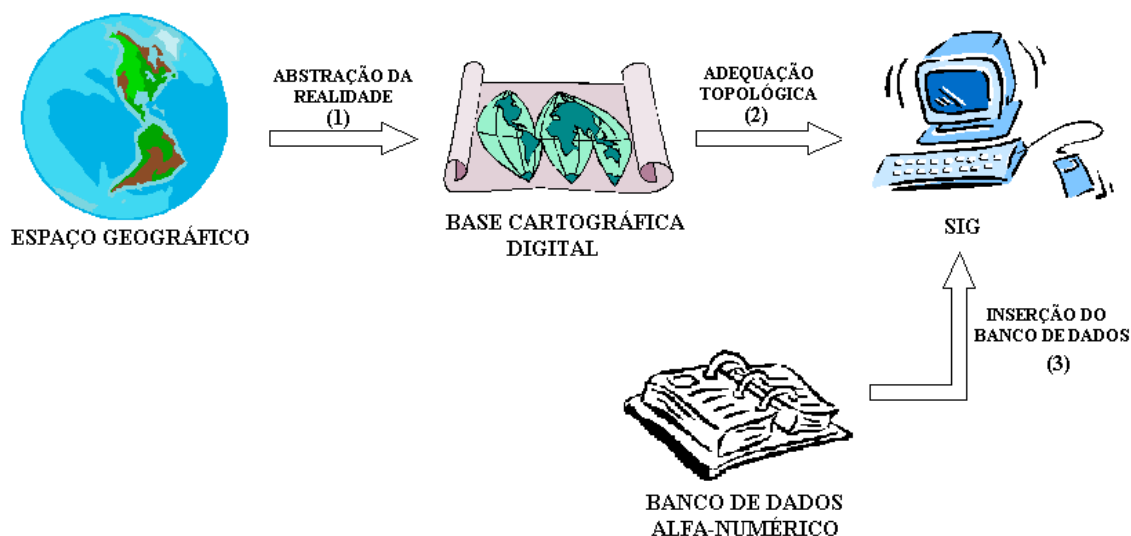
- Geração das bases cartográficas: é o processo de obtenção dos dados representativos da realidade física (dados geográficos);
- Adequação das bases cartográficas: é uma das etapas mais demoradas pois, em muitos casos as bases cartográficas são geradas em um formato de arquivo digital não compatível com o SIG adotado, sendo necessária à importação destas bases, ocorrendo uma série de inconsistências. Um exemplo bastante típico é aquele relacionado com os textos. Concluída a etapa de formatação dos dados geográficos procede-se todo o trabalho de criação topológica.

- Padronização das informações alfa-numéricas: todas as informações não-gráficas (tabelas, textos, imagens digitais entre outras) deverão estar contidas em um banco de dados relacional e inter-ligadas (as informações provêm de várias fontes, tais como, tributação, administração, planejamento, educação e saúde) por um elemento comum. Neste trabalho, o elemento comum escolhido foi a indicação fiscal de cada lote urbano, uma vez que o mesmo é único.

- Ligação do banco de dados alfa-numérico com a base cartográfica: a etapa subsequente envolve a ligação das informações tabulares com a sua ocorrência geográfica. Esta pode ser considerada a etapa primordial para a extração de informações corretas do SIG, pois as conexões feitas de forma errônea ocasionarão efeitos não previsíveis.

A Figura 8 mostra as etapas convencionais para implantação de um SIG.

FIGURA 9 – ETAPAS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SIG



Fonte: SCHIMALSKI, M. B. (2001).

3.4.6 Customização do Sistema de Informações Geográficas

Visando facilitar a utilização do programa *Geographics AutodeskMap* foi realizada a customização do ambiente de trabalho do programa. Foram disponibilizadas as ferramentas mais comumente utilizadas e procedida a tradução dos menus de língua inglesa para a portuguesa. Com isso, a manipulação do sistema tornou-se mais agradável e intuitiva.

3.4.7 Criação de Interface para Consulta ao Banco de Dados

O programa escolhido para o gerenciamento do banco de dados foi o Access da Empresa *Microsoft*, devido à facilidade de utilização e a grande disseminação nas instituições. Outra facilidade oferecida por este gerenciador de banco de dados é a possibilidade de criação de formulários que atendam a demandas específicas. Por isso, procedeu-se a criação de uma interface de consulta ao banco de dados, visando testar a sua funcionalidade.

3.4.8 Integração do SIG com a Interface de Consulta

Concluída a criação da interface de consultas no programa Access, procedeu-se a sua integração com o programa *AutodeskMap*. Para a troca de dados entre estes dois programas foi utilizada a programação em *VisualBasic*.

A versão *VisualBasic* permite a implementação do protocolo Incorporação e Vinculação de Objetos (OLE) com o Access. A Automação OLE é uma característica do “*Microsoft Object Linking and Embedding*”, que permite acessar e manipular objetos de outro aplicativo externo a este. Esses objetos expostos são chamados objetos de Automação OLE. Aplicativos diferentes podem expor diferentes tipos de objetos OLE. Por exemplo, um aplicativo de planilha eletrônica pode expor uma planilha, gráfico, célula ou intervalo de células como diferentes tipos de objetos. Os objetos OLE só podem ser acessados utilizando uma linguagem de programação como o *Access Basic*. Estes objetos não são visíveis e são criados utilizando código. O aplicativo que expõe o objeto OLE é chamado *servidor* e o que utiliza os objetos são chamados cliente (HALVORSON, 1999).

Neste trabalho, o *AutodeskMap* passa a ser um servidor OLE podendo ser acessado por uma aplicação cliente, no caso, o Access.

3.4.9 Criação dos Mapas Temáticos

A partir das informações altimétricas (curvas de nível e pontos cotados) obtidos das cartas do IBGE, foram gerados os seguintes temas:

- Modelo Digital do Terreno (MDT);
- Carta Hipsométrica;
- Carta de Declividades;
- Sistema de Drenagem.

Foi também elaborado mapa temático referente à degradação dos índices de qualidade da água, sendo tratados os seguintes tópicos:

- Disponibilidade Biológica de Oxigênio;
- Coliformes Totais;
- Coliformes Fecais.

4 RESULTADOS

4.1 Análise da Cartografia Existente

A notória defasagem de produtos cartográficos no Brasil é percebida através do material cartográfico disponível aos planejadores. As informações espaciais oficiais mais acessíveis são as produzidas pelo órgão oficial o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). No entanto, dois fatores limitantes foram percebidos a respeito destas informações, a defasagem temporal e a limitação da escala.

As cartas utilizadas para a extração de informações espaciais são as denominadas Canoinhas e Santa Cecília. Estas folhas têm as seguintes características:

- Escala 1/100.000;
- Compiladas a partir de aerofotos obtidas em 1966, escala 1/60.000.

Como o direcionamento da pesquisa é a análise da Bacia Hidrográfica, e disto depende-se primordialmente o uso e ocupação atual do solo, defronta-se com um delimitador que é a data das fotografias aéreas que serviram de base para a compilação do documento cartográfico. A diferença temporal de 38 (trinta e oito) anos é percebida facilmente pelo cruzamento visual entre a imagem do sensor TM 7 e as folhas topográficas.

A escala disponibilizada também impede um planejamento mais acertado, pois para áreas rurais, o ideal prevê bases cartográficas em escala 1:10.000. As bases existentes têm acurácia 10 vezes menor que o aconselhável. Estas diferenças podem ser facilmente verificadas pelo cruzamento da trajetória do rio, obtidas a campo, com os receptores GPS e a trajetória disponibilizada nas folhas topográficas. A partir da escolha de 13 pontos amostrais (IBGE x GPS), foi possível elaborar a seguinte tabela:

TABELA 3 – COORDENADAS DO EIXO DO RIO CANOINHAS – OMPARATIVO

| PONTO | GPS | | IBGE | | DIFERENÇAS | |
|-------|--------|---------|--------|---------|------------|------|
| | E (m) | N (m) | E (m) | N (m) | δE | ΔN |
| 01 | 562447 | 7110772 | 562758 | 7110940 | -310 | -168 |
| 02 | 561770 | 7108977 | 562062 | 7108840 | -292 | 137 |
| 03 | 561857 | 7106217 | 562154 | 7106172 | -297 | 44 |
| 04 | 565880 | 7101620 | 566017 | 7101657 | -137 | -37 |
| 05 | 566365 | 7098034 | 566433 | 7098035 | -67 | -1 |
| 06 | 570532 | 7093078 | 570543 | 7093283 | -11 | -204 |
| 07 | 571822 | 7089121 | 571755 | 7089309 | 66 | -188 |
| 08 | 571259 | 7085697 | 571019 | 7085893 | 240 | -195 |
| 09 | 572780 | 7079238 | 572696 | 7079509 | 84 | -271 |
| 10 | 572788 | 7076113 | 572788 | 7076152 | 0 | -38 |
| 11 | 575248 | 7069134 | 574946 | 7069473 | 301 | -338 |
| 12 | 575864 | 7064556 | 575561 | 7065263 | 303 | -707 |
| 13 | 575436 | 7057687 | 574914 | 7058525 | 521 | -838 |

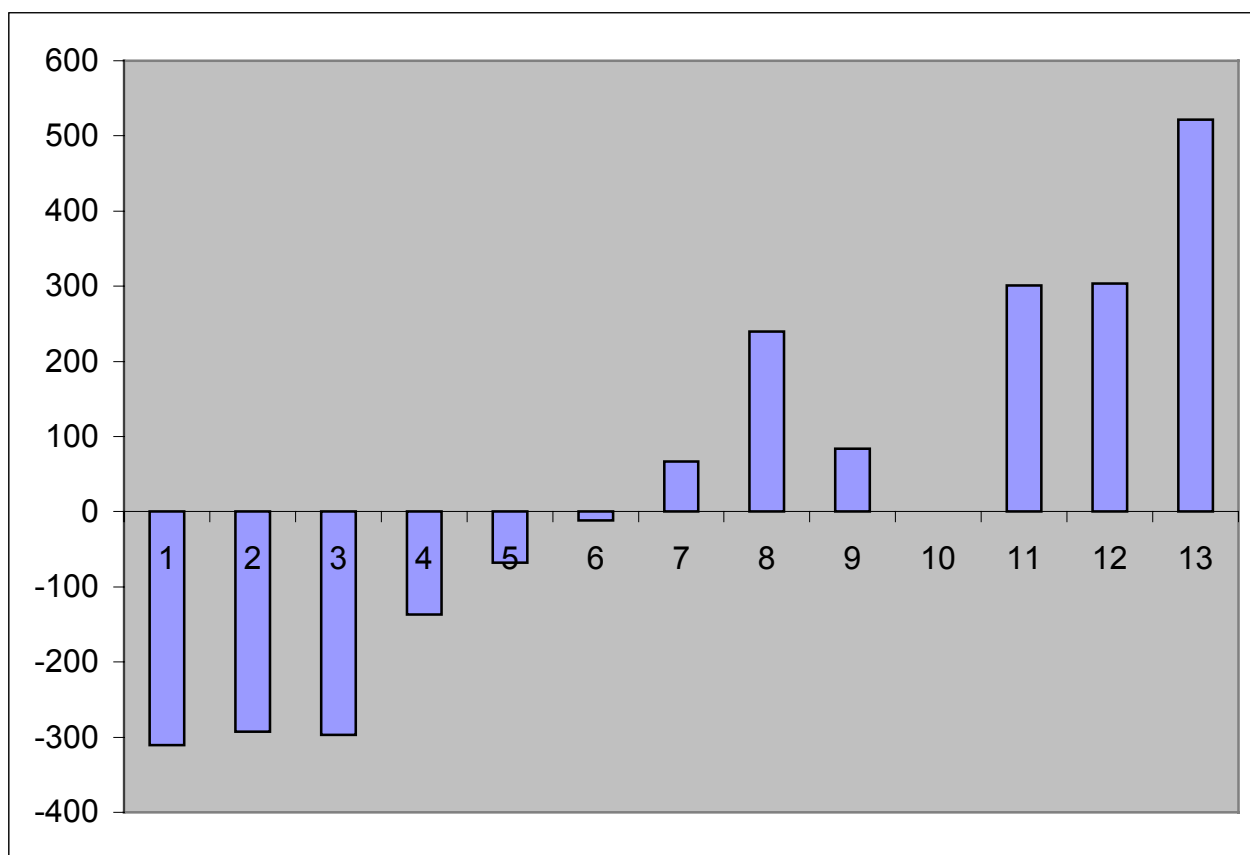
Obs: utilização de um receptor de sinais GPS (Astec, modelo Promarc II); e um sensor de sinais GPS (Astec, modelo G12)

Fonte: SIEVERS, R. Com colaboração de SCHIMALSKI, M. B. (2004)

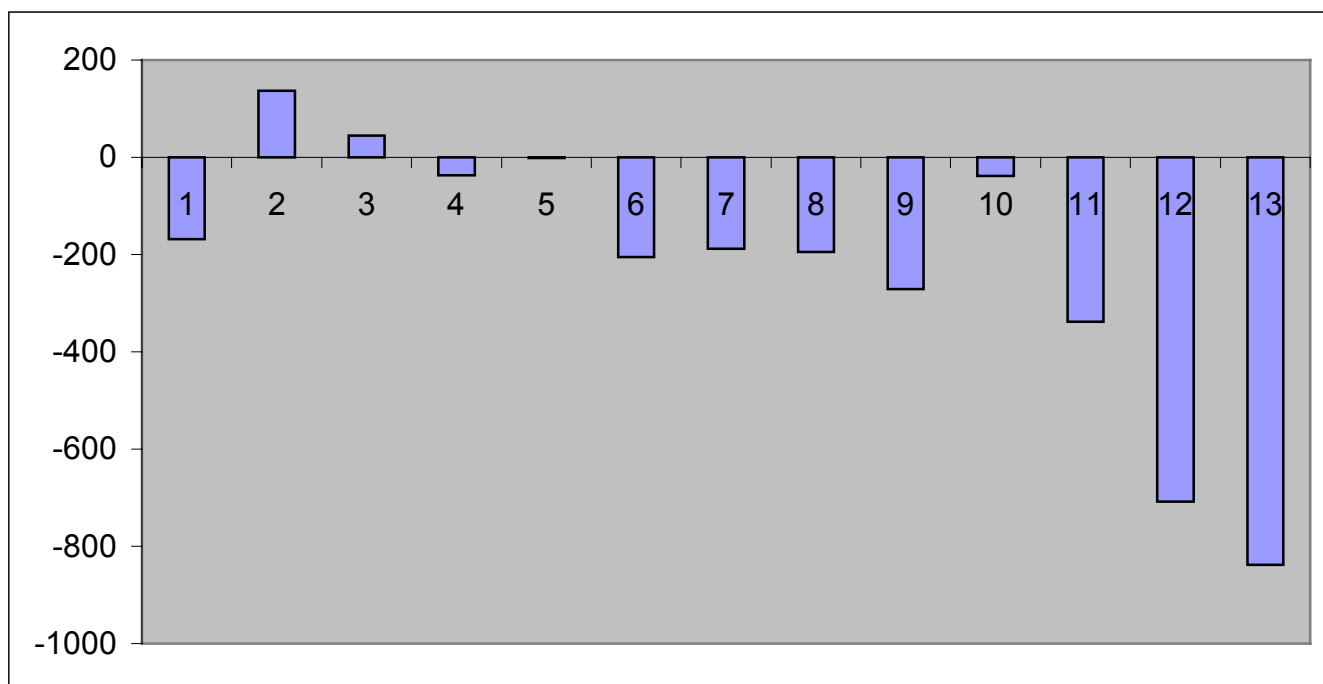
Para a obtenção das coordenadas dos pontos amostrais e suas respectivas transformações em UTM, foram escolhidos pontos bem definidos no eixo do rio Canoinhas.

A análise da tabela, possibilita a criação dos gráficos apresentados a seguir.

**GRÁFICO 1- DIFERENÇAS ENTRE AS COORDENADAS UTM – E
(EM METROS)**



**GRÁFICO 2- DIFERENÇAS ENTRE AS COORDENADAS UTM – N
(EM METROS)**



A partir dos dados foram determinadas as médias:

- Coordenada Este: -5.552m;
- Coordenada Norte: -188.299m.

Os desvios padrão resultaram em:

- Coordenada Este: 259.127m;
- Coordenada Norte: 281.776m.

Também foi possível determinar os seguintes intervalos de erros:

- Coordenada Este: 832.635m;
- Coordenada Norte: 975.632m

Devem ser considerados para a análise a escala das folhas topográficas em escala 1:100.000, ou seja, uma diferença de um milímetro nesta escala equivale a 100 metros. Considerando esta relação verifica-se um intervalo de deslocamento gráfico de 8,32 milímetros para a coordenada este e 9,75 milímetros para coordenada norte. O Decreto n. 89817, de 20 de junho de 1984, classifica os erros cartográficos tomando por base um deslocamento de 0,2 milímetros, que é a acuidade visual. Neste contexto, percebe-se que os erros determinados a partir da amostragem estão fora dos padrões determinados pela referida lei, não classificando a carta em nenhuma das três categorias definidas pela lei. Deve-se considerar ainda a deformação do papel e o processo de rasterização automático, que influenciaram na extração das informações cartográficas provenientes das folhas topográficas.

Observou-se também que existem diferenças de traçado do rio como mostrado na figura 9. Nota-se que esta diferença não provém da generalização cartográfica e sim na interpretação da aerofoto pelo fotointérprete.

4.1.1 Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC)

A referida lei classifica os documentos cartográficos em três classes:

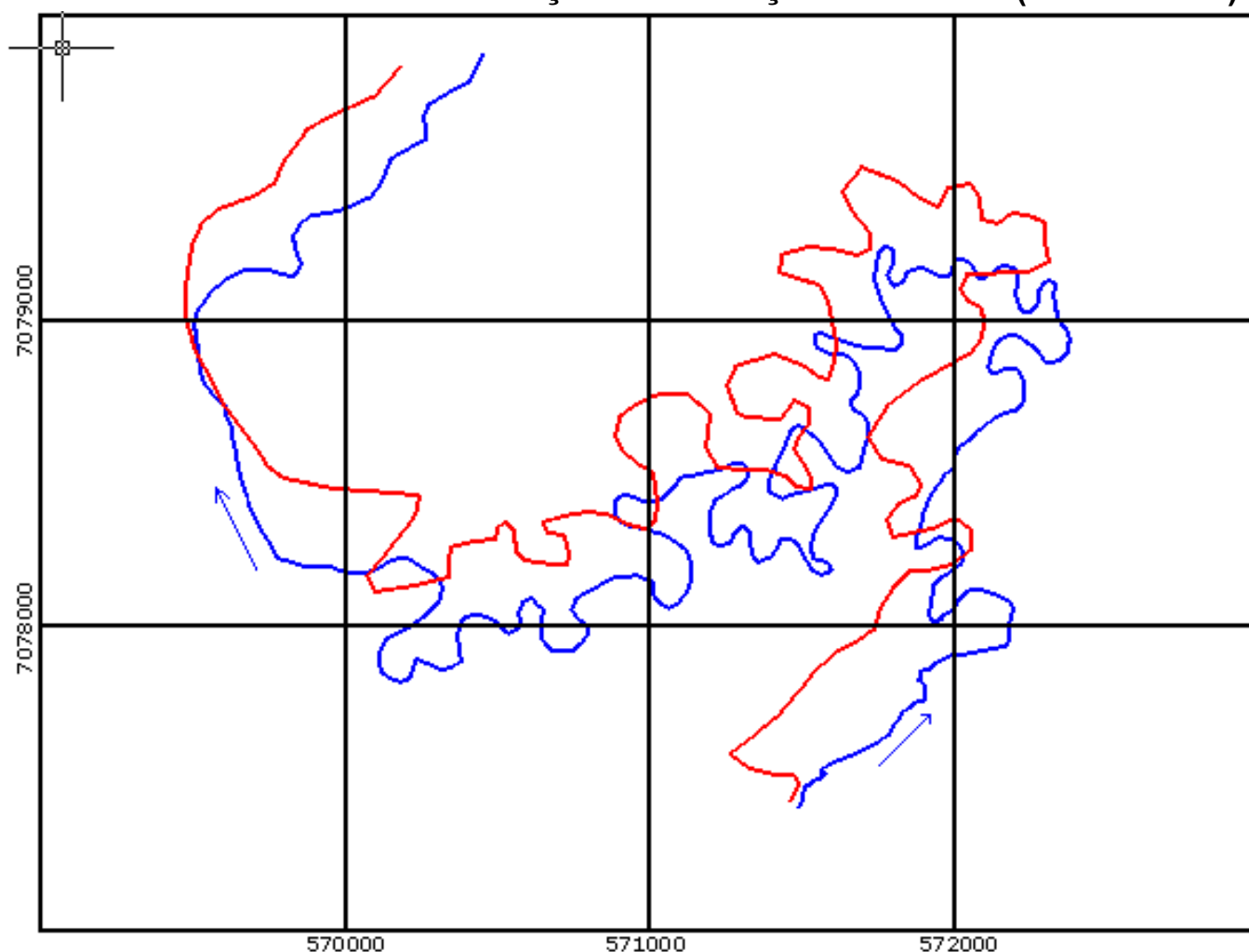
- Classe A: PEC (padrão de exatidão cartográfica) planimétrica de 0,5 mm;
- Classe B: PEC planimétrica de 0,8 mm;
- Classe C: PEC planimétrica de 1,0 mm.

O PEC é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade que define a exatidão de trabalhos cartográficos. Para a análise da exatidão de uma carta 90% dos pontos bem definidos no documento cartográfico,

quando testados no terreno não devem apresentar erro superior ao PEC sugerido para a classe.

Para as cartas em questão, considerando-se a classe C com PEC de 1,0 mm obtém-se um erro de 80 metros no terreno. Desta forma dos 13 pontos analisados, 11 devem apresentar diferença de coordenadas no mapa e no terreno inferior a este PEC. Analisando-se a tabela 3 verifica-se que apenas 04 pontos apresentam PEC inferior ao da Classe C, ou seja, 30,76% dos pontos estão de acordo com a especificação. Desta forma, em função dos pontos selecionados verifica-se que as cartas em questão não se enquadram na Classe C, definida pela lei 89.817, de 20 de junho de 1984.

FIGURA 10 – VISUALIZAÇÃO DO TRAÇADO DO RIO (IBGE X GPS)



- trajetória obtida pelo GPS
- trajetória obtida pela base IBGE

Fonte: SIEVERS, R. Com colaboração de SCHIMALSKI, M. B. (2004)

Na figura acima, o traço vermelho foi obtido através das folhas topográficas do IBGE, e o traço azul no levantamento a campo.

4.2 Cartografia Gerada

Em virtude das diferenças planimétricas, observadas nas cartas do IBGE, optou-se por obtê-las a partir de técnicas de Sensoriamento Remoto. Neste contexto, foi utilizada a cena 221-078 obtida pelo sensor TM 7. A imagem final foi composta pelas bandas 5, 4 e 3 e por método de fusão adicionada a banda pancromática. Obteve-se uma imagem falsa cor com resolução geométrica de 15 metros.

O primeiro documento cartográfico gerado foi a carta-imagem da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas. O mapa 01 (Figura 10), apresenta este documento.

A partir do rastreo do eixo do rio Canoinhas, e do posicionamento dos pontos de coleta, obteve-se o mapa 02 (Figura 11).

A altimetria obtida a partir das folhas topográficas é apresentada no mapa 03 (Figura 12).

A carta imagem delimitando a área compreendida pelas associações de municípios AMURC e AMPLA, será apresentada no mapa 04 (Figura 13).

A altimetria possibilitou gerar os mapas temáticos referentes a hipsometria e as declividades na bacia hidrográfica.

Os mapas podem mostrar algo mais do que a posição espacial, isto é, responder a pergunta onde? Eles podem fornecer informações qualitativas, ou seja, mapas temáticos. A fim de representar o tema, no aspecto qualitativo, ordenado, quantitativo é necessária a exploração das variáveis visuais. O mapa qualitativo responde a questão O Quê, caracterizando relações de diversidade entre lugar; o aspecto ordenado responde a pergunta em que ordem, caracterizando relações de ordem entre lugares e o aspecto quantitativo responde a questão quanto?, caracterizando relações de proporcionalidade entre lugares (MARTINELLI, 2003).

A variável visual empregada para a representação das faixas de altitude e porções foi a cor, destacando representações ordenadas onde se verificar o aumento dos valores, com categorias deduzidas a partir de interpretações quantitativas.

Os mapas 05 e 06 (Figura 15; Figura 16), apresentam respectivamente as classes hipsométricas e de declividade presentes na Bacia Hidrográfica.

Para visualização das figuras 11 a 16 (mapas) a seguir é necessário possuir em seu computador alguma versão do aplicativo AutoCAD® instalado.

Se você não possui nenhuma versão, **CLIQUE AQUI**

FIGURA 11 – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOINHAS

FIGURA 12 – PONTOS DE COLETA DE ÁGUA DO RIO CANOINHAS

FIGURA 13 – BACIA HIDROGRÁFICA- ALTIMETRIA

**FIGURA 14 – PLANALTO NORTE CATARINENSE – LOCALIZAÇÃO
DA BACIA HIDROGRÁFICA**

FIGURA 15 – BACIA HIDROGRÁFICA – HIP SOMETRIA

FIGURA 16 – BACIA HIDROGRÁFICA – DECLIVIDADES

4.3 Resultados das Análises das Amostras de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas

Após o planejamento para a coleta de amostras de água, seguindo os padrões da ABNT (NBR 9897/97 e 9898/97), foi efetivado o percurso no leito do rio, com um bote pertencente ao Batalhão do Corpo de Bombeiros de Canoinhas, para georeferenciar os pontos de coleta, bem como os contatos com os laboratórios Natriumville e Munhoz, ambos com sede em Joinville – SC.

TABELA 4 – RESULTADO DA PRIMEIRA COLETA NO RIO CANOINHAS DATAS: 10/04/03 – 23/04/03 – 28/08/03)

| Amostra nº | Coliformes Totais | Coliformes Fecais | DBO |
|------------|-------------------|-------------------|---------|
| 001 | 24.000* | 3.200** | 19,8*** |
| 002 | 35.000* | 8.600** | 16,5*** |
| 003 | 15.000* | 3.600** | 19,8*** |
| 004 | 11.000* | 1.700** | 23,1*** |
| 005 | 35.000* | 3.600** | 26,4*** |
| 006 | 22.000* | 6.200** | 23,1*** |
| 007 | 14.000* | 5.900** | 9,9 |
| 008 | 11.000* | 2.800** | 6,6 |
| 009 | 13.000* | 4.500** | 6,7 |
| 010 | 35.000* | 7.200** | 165*** |
| 011 | 43.000* | 11.000** | 29,7*** |
| 012 | 18.000* | 4.700** | 26,4*** |
| 013 | 14.000* | 4.900** | 6,6 |
| 014 | 7.600* | 1.300** | 3,3 |
| 015 | < 1.1 | < 1.1 | 1,65 |
| 016 | 760 | 130 | 3,3 |
| 017 | 580 | 110 | 6,6 |
| 018 | < 1.1 | < 1.1 | 16,5*** |
| 019 | 5.400* | 1.100** | - |
| 020 | 130 | 33 | 19,9*** |
| 021 | 2.400 | 490 | 16,6*** |
| 022 | 180 | 49 | 6,6 |
| 023 | 920 | 180 | 10,1 |
| 024 | | | |
| 025 | 540 | 79 | 4,30 |
| 026 | 540 | 70 | 2,50 |
| 027 | < 2.0 | < 2.0 | 3,66 |
| 028 | 32 | < 2.0 | 1,33 |
| 029 | 28 | 7.8 | 2,58 |
| 030 | 430 | 84 | 1,83 |

* Coliformes Totais acima do limite (> 5000)

** Coliformes Totais acima do limite (> 1000)

*** Demanda Biológica de Oxigênio acima do limite (> 10)

Faz-se necessário observar que a Resolução do CONAMA n. 020, no seu Artigo 6º, de 18 de junho de 1986, permite a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) em até 10 mg/l para 'classe 3', e considerando os resultados obtidos das amostras se identifica 12 pontos, com índices superior ao limite em destaque na tabela 4.

Bem como, se analisado a Balneabilidade do Rio Canoinhas, amparado na mesma normativa do CONAMA, no seu Artigo 26º, que estabelece índices ou limites de Coliformes Totais em 5.000 e os Coliformes Fecais em 1.000 p/100ml, superior a estes limites são impróprias para a prática do banho. Nas análises efetivadas apresentam-se 15 pontos, que são impróprios ou manifestaram limites superiores aos permitidos pela legislação dos 26 pontos elencados no leito do Rio Canoinhas, apresentando um índice superior a 50% das amostras analisadas em laboratório.

Quando considera-se a potabilidade da água para consumo humano, de acordo com a FUNASA, através da Portaria n. 1.469, de 29 de dezembro de 2000, que normatiza a qualidade da água para consumo humano, determinando que o controle ocorra mensalmente, e que a água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede) possua as seguintes características com relação aos Coliformes (Fecais e Totais):

- *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes: Ausência em 100ml;
- Coliformes totais: Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês;
- Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês. Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml.

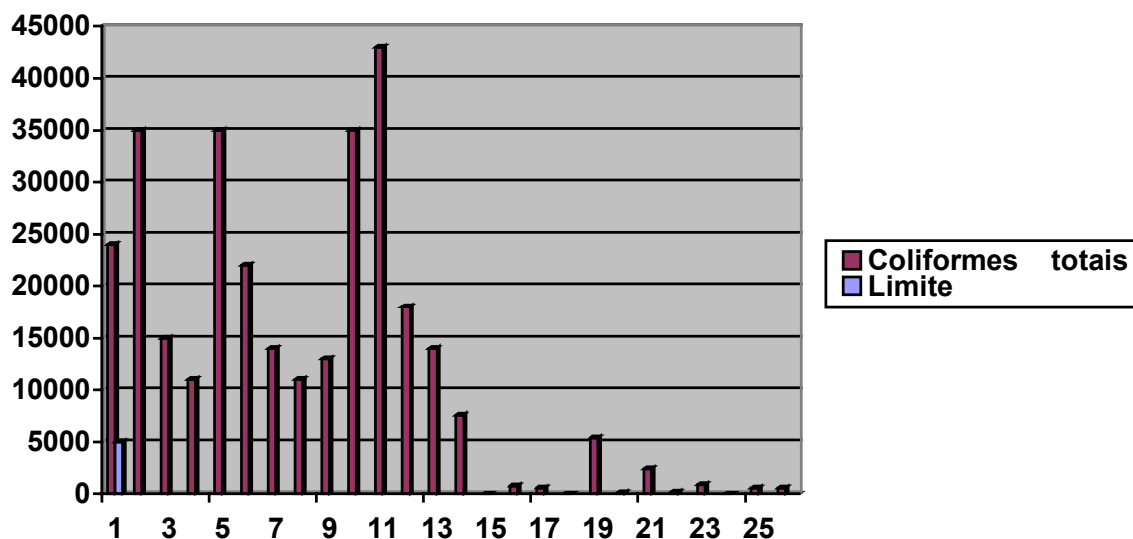
GRÁFICO 3 - NÚMERO DE AMOSTRAS COM ÍNDICE ACIMA DO LIMITE PREVISTO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA PARA BALNEABILIDADE COM COLIFORMES TOTAIS



Nesta primeira coleta, identificou-se que os índices de coliformes totais e fecais elevaram seus padrões próximos as áreas urbanas, conseqüentemente, afirma-se que a degradação do Rio Canoinhas na atualidade, concentra seu foco nos efluentes urbanos e industriais pela evolução apresentada na Tabela 2.

Destaca-se a importância de se observar a sustentabilidade espacial, ou partindo-se com investimentos em infraestrutura para o tratamento de efluentes urbanos e industriais, para a recuperação e preservação dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas.

GRÁFICO 4 - EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE COLIFORMES TOTAIS NA SEQUÊNCIA DAS COLETAS DO RIO CANOINHAS



O gráfico acima indica o limite de coliformes totais prevista pela Resolução do CONAMA N° 020, sendo a coluna azul o indicativo, enquanto, as colunas vermelhas com os resultados obtidos nos pontos amostrais no leito do Rio Canoinhas. Ressalta-se porém, que do ponto 1 ao ponto 13, os resultados estão bem acima do padrão de Balneabilidade, ou pontos que inspiram uma análise mais profunda para desencadear um processo de recuperação, na busca de neutralizar estes índices de Coliformes Totais.

GRÁFICO 5 - NÚMERO DE AMOSTRAS COM ÍNDICE ACIMA DO LIMITE PREVISTO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA PARA BALNEABILIDADE COM COLIFORMES FECAIS

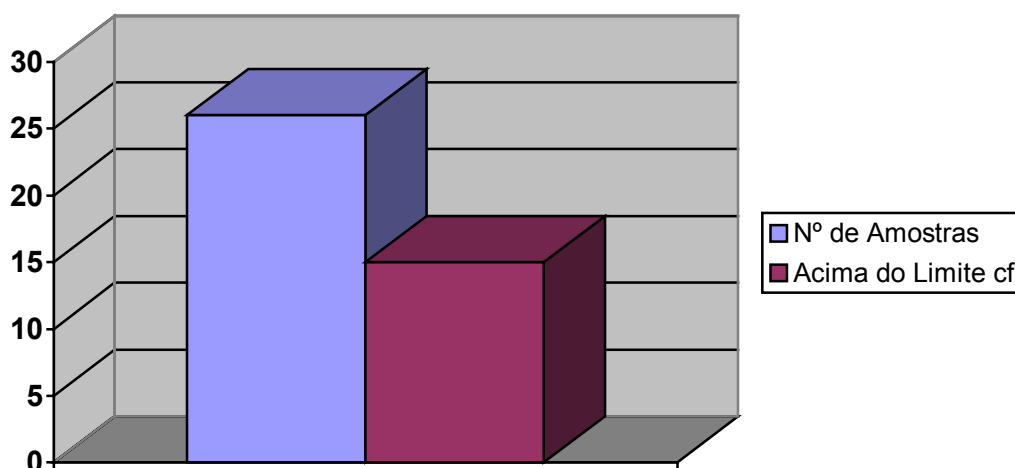
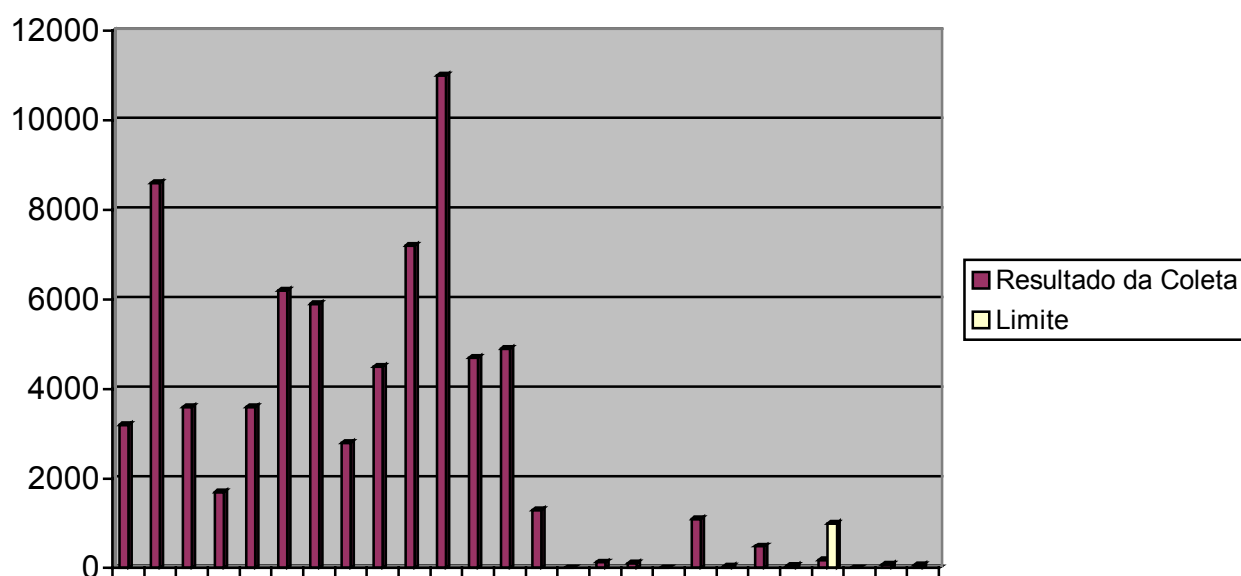


GRÁFICO 6 - EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE COLIFORMES FECAIS NA SEQÜÊNCIA DAS COLETAS DO RIO CANOINHAS



Considerando os resultados apresentados no gráfico n. 6, e confrontando com o limite preconizado pela Resolução do CONAMA Nº 020, que indica os Coliformes Fecais em 1.000 p/100ml para o padrão de Balneabilidade, representado pela coluna amarela, e quando comparados os resultados das amostras representados pelas colunas vermelhas, o mesmo indica que boa parte do Rio

Canoinhas não oferece condições nem para a prática de banho, tornando-se desnecessário elencar os indicativos que determinam os padrões para o consumo humano, indicados pela Portaria nº1.469 de 29 de dezembro de 2000, em função dos altos índices identificados nos pontos amostrais na primeira coleta realizada nos 26 pontos do Rio Canoinhas.

GRÁFICO 7 - NÚMERO DE AMOSTRAS COM DBO ACIMA DO LIMITE PERMITIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA Nº 020 NO SEU ART. 6º

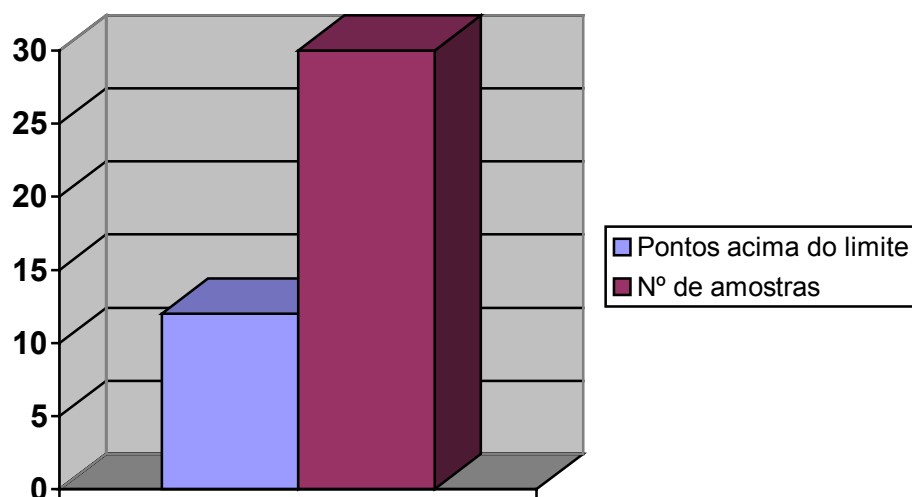
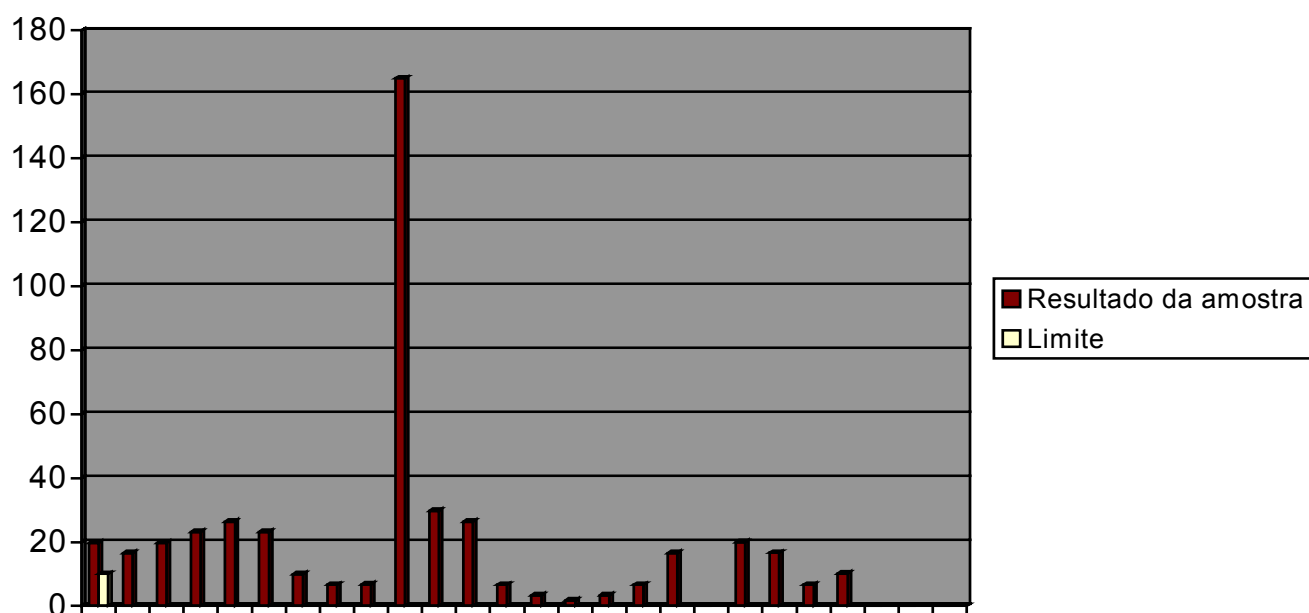


GRÁFICO 8 - EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE DBO NA SEQUÊNCIA DAS COLETAS DO RIO CANOINHAS



Ao analisar a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), identifica-se a redução na quantidade de pontos com seu limite superior, quando comparados com os índices de Coliformes Totais e Fecais mostrados nos gráficos 4 e 6, bem como variando os pontos de incidência e em pontos de baixas concentrações urbanas, tornando-se um indicador de dejetos de suínos, pois os mesmos apresentam uma influência expressiva sobre este parâmetro, conforme pode verificar-se no gráfico acima apresentado, pois o limite previsto pela Resolução do CONAMA n. 020, no Artigo 6º, de 18 de junho de 1986, está representado pela coluna amarela, enquanto os resultados obtidos, aparecem nas colunas vermelhas. Esses são Indicativos que mostram a participação tanto da área urbana com os resíduos urbanos e industriais, os quais manifestam-se com maior intensidade, bem como, a área rural, a qual contribui significativamente com resíduos de animais.

TABELA 5 - RESULTADO DA SEGUNDA COLETA NO RIO CANOINHAS (DATAS: 11/11/03 – 24/11/03 – 15/01/04)

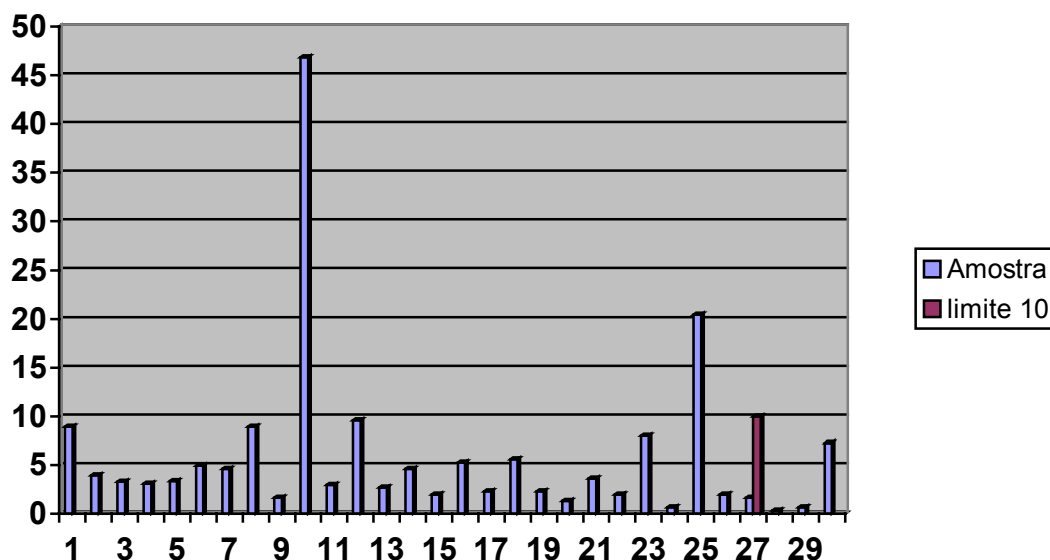
| Amostra nº | Coliformes Totais | Coliformes Fecais | DBO |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|------------|
| 001 | 112 | 15 | 8,93 |
| 002 | 83 | 17 | 3,96 |
| 003 | 134 | 17 | 3,30 |
| 004 | 141 | 23 | 3,10 |
| 005 | 143 | 22 | 3,34 |
| 006 | 57 | 12 | 4,90 |
| 007 | 0 | 0 | 4,61 |
| 008 | 148 | 12 | 8,91 |
| 009 | 114 | 23 | 1,67 |
| 010 | 534 | 89 | 46,86*** |
| 011 | 348 | 72 | 2,97 |
| 012 | 97 | 19 | 9,57 |
| 013 | 540 | 350 | 2,71 |
| 014 | 920 | 540 | 4,62 |
| 015 | 920 | 350 | 1,98 |
| 016 | 430 | 170 | 5,28 |
| 017 | 170 | 130 | 2,31 |
| 018 | 1.600 | 920 | 5,61 |
| 019 | 540 | 350 | 2,31 |
| 020 | 4.500 | 1.700** | 1,32 |
| 021 | 920 | 540 | 3,63 |
| 022 | 350 | 130 | 1,97 |
| 023 | 1.600 | 540 | 8,03 |
| 024 | 4 | 0 | 0,66 |
| 025 | 6 | 0 | 20,46*** |
| 026 | 8 | 0 | 1,98 |
| 027 | 0 | 0 | 1,65 |
| 028 | 0 | 0 | 0,33 |
| 029 | 0 | 0 | 0,67 |
| 030 | 0 | 0 | 7,26 |

** Coliformes Totais acima do limite (> 1000)

*** Demanda Biológica de Oxigênio acima do limite (> 10)

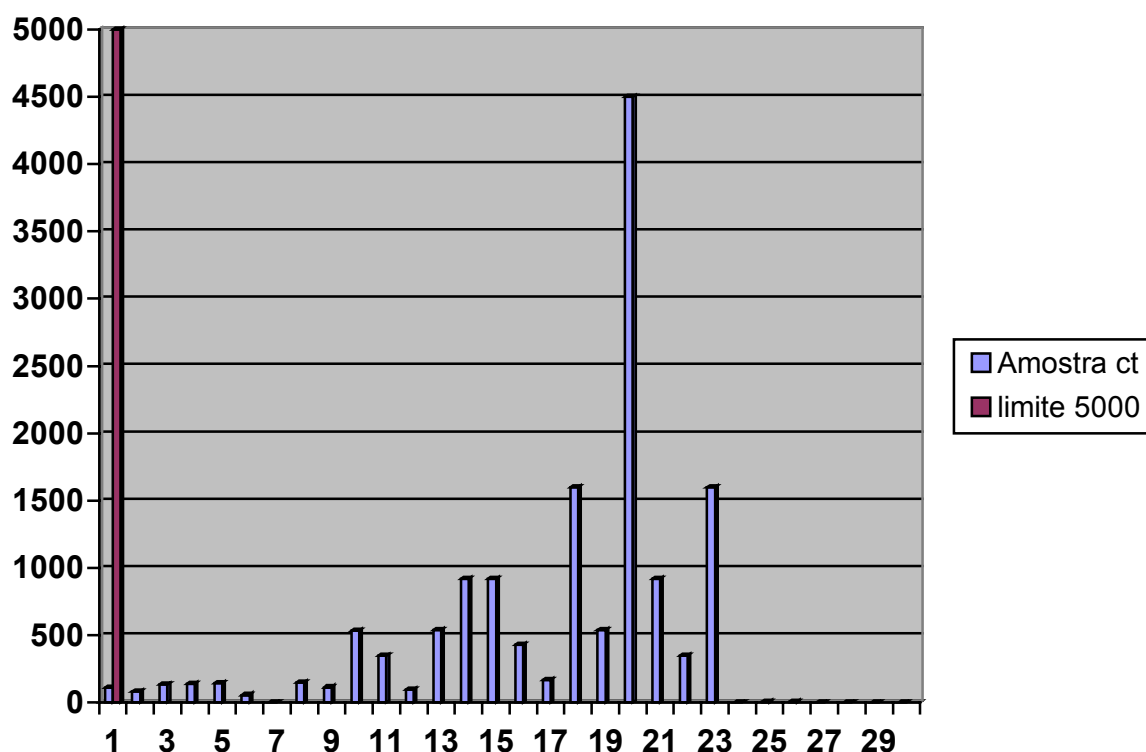
O distanciamento entre a primeira (30 primeiros pontos conforme Tabela 4) e a segunda amostragem (de conformidade Tabela 5), ocorreu em função de um período com alta precipitação pluviométrica, pois em função do grande volume de água, o poder de diluição poderia alterar os índices reais da poluição.

GRÁFICO 9 - AMOSTRAGEM DA DBO DA SEGUNDA COLETA DO RIO CANOINHAS



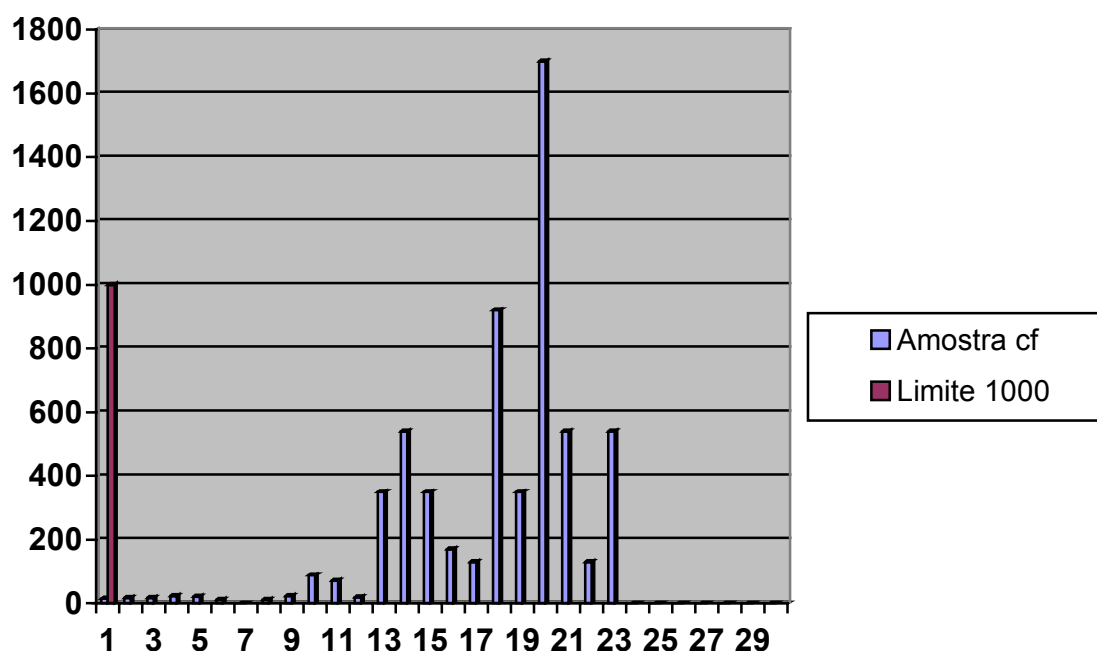
Considerando o gráfico acima e comparando-o com o gráfico 8, com os resultados da primeira coleta apresenta-se uma variação significativa, principalmente quando se considera os pontos de coleta do número 1 a 12, pontos localizados principalmente na área urbana do município de Canoinhas. Variação esta que poderá ser atribuída principalmente à precipitação pluviométrica, a qual apresentou índices elevados nos meses de outubro e novembro, segundo dados da EPAGRI Canoinhas (2003), de 143ml e 173ml, respectivamente. A coleta efetivou-se logo após as cheias, em virtude do espaço de tempo que era restrito, e as várias suspensões da coleta da segunda etapa, em consequência do volume de água que apresentava o Rio Canoinhas.

GRÁFICO 10 - AMOSTRAGEM COLIFORMES TOTAIS DA SEGUNDA COLETA REALIZADA NO RIO CANOINHAS



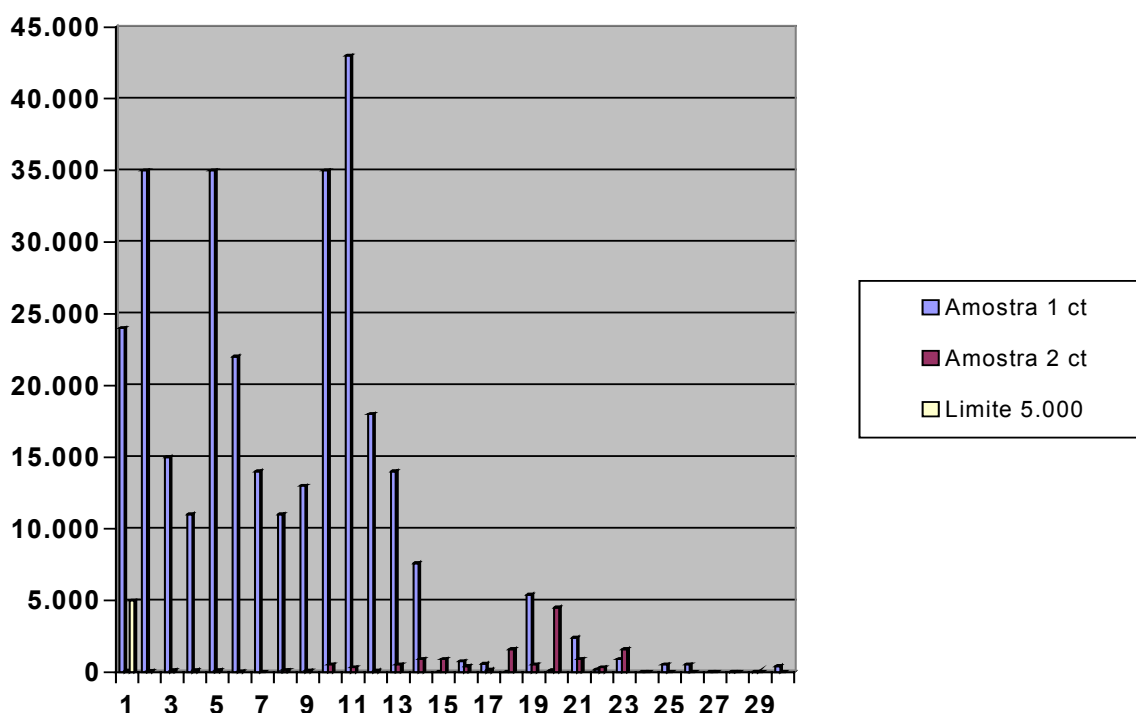
Confrontando os resultados acima com os resultados apresentados no gráfico 4, o qual indica o resultado de Coliformes Totais da primeira etapa de coleta, e ao analisar do primeiro ao décimo segundo ponto, torna-se mais evidente o poder de recuperação dos recursos hídricos, bem como, o poder de influência da precipitação pluviométrica na dispersão dos poluentes que são depositados na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas. Variação esta que manifestou-se na primeira coleta da segunda etapa, a qual foi realizada logo após as cheias, em virtude do espaço de tempo restrito, e as várias suspensões da coleta da segunda etapa em consequência do volume de água que apresentava o Rio Canoinhas. Os índices de precipitação pluviométrica nos meses de outubro e novembro, segundo dados da EPAGRI/Canoinhas (2003), corresponde a 143ml e 173ml, respectivamente.

GRÁFICO 11 - AMOSTRAGEM COLIFORMES FECAIS DA SEGUNDA COLETA REALIZADA NO RIO CANOINHAS



Considerando os resultados apresentados no gráfico 6, e confrontando-os com o limite preconizado pela Resolução do CONAMA n. 020, que indica os Coliformes Fecais em 1.000 p/100ml para o padrão de Balneabilidade, representado pela coluna vermelha, e quando comparados os resultados das amostras representados pelas colunas azuis, os mesmos indicam que boa parte do Rio Canoinhas oferece condições para a prática de banho, bem distinto quando comparado com os resultados anteriormente obtidos na primeira coleta, nos mesmos pontos. Esta variação pode ser atribuída principalmente à precipitação pluviométrica indicada pela EPAGRI/Canoinhas (2003). A coleta efetivou-se logo após as cheias, em virtude do espaço de tempo que era restrito, e as várias suspensões da coleta da segunda etapa, em consequência do volume de água que apresentava o Rio Canoinhas.

GRÁFICO 12: AMOSTRAGEM COMPARATIVA DE COLIFORMES TOTAIS ENTRE A PRIMEIRA E SEGUNDA COLETA DO RIO CANOINHAS

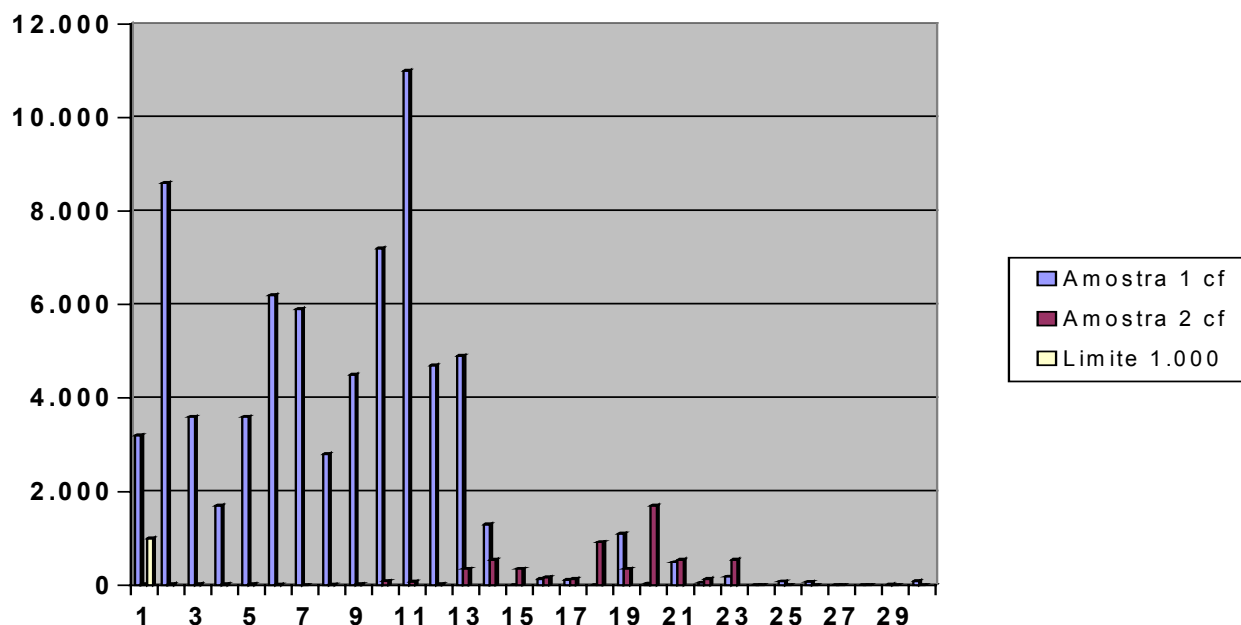


Confrontando os resultados de Coliformes Totais das duas etapas de coletas (gráficos 10 e 4), encontra-se a primeira etapa representada nas colunas de cor azul, e a segunda etapa em colunas vermelhas, enquanto o limite preconizado pela Resolução do CONAMA n. 020, que indica os Coliformes Fecais em 5.000 p/100ml para o padrão de Balneabilidade, neste caso, representada pela coluna de cor amarela.

Identifica-se uma variabilidade bastante significativa, principalmente quando considera-se do primeiro ao décimo segundo ponto amostral, tornando-se mais evidente o poder de recuperação dos recursos hídricos, bem como o poder de influência da precipitação pluviométrica na dispersão dos poluentes que são depositados na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas, ocasionando interferência nos resultados laboratoriais, cujas variações manifestaram-se na primeira coleta da segunda etapa, a qual foi realizada logo após as cheias, e as várias suspensões da coleta da segunda etapa, em consequência do volume de água que apresentava o Rio Canoinhas. Essa questão é um importante indicativo, quando se busca um monitoramento das águas de um rio, ressaltando-se então, a necessidade de uma

seqüência maior de amostras por ponto de coleta, a fim de obter-se resultados mais fidedignos.

GRÁFICO 13: AMOSTRAGEM COMPARATIVA DE COLIFORMES FECAIS ENTRE A PRIMEIRA E SEGUNDA COLETA DO RIO CANOINHAS

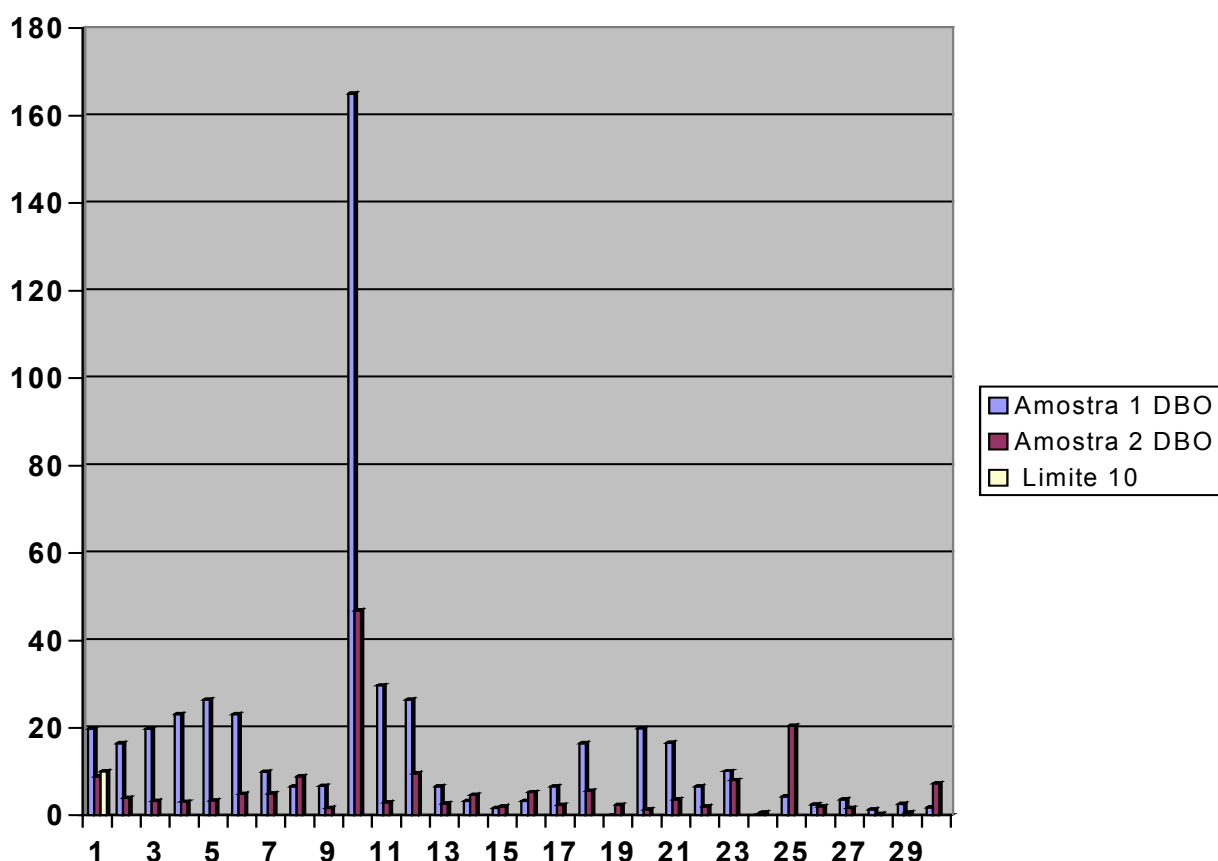


Considerando os resultados de Coliformes Fecais das duas etapas de coletas realizadas no Rio Canoinhas, ilustradas no gráfico acima, encontra-se a primeira etapa representada nas colunas azuis, e a segunda etapa é mostrada nas colunas vermelhas, enquanto o limite preconizado pela Resolução do CONAMA n. 20, que indica os Coliformes Fecais em 1.000 p/100ml para o padrão de Balneabilidade (coluna de cor amarela). Apresenta-se uma disparidade bastante significativa, principalmente quando se considera do primeiro ao décimo segundo ponto amostral, ressaltando o poder de recuperação dos recursos hídricos, bem como, a influência da precipitação pluviométrica na dispersão dos poluentes que são lançados na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas, causando interferência nos resultados laboratoriais.

Conforme A EPAGRI (2003), os índices de precipitação pluviométrica (outubro e novembro) apresentaram resultados elevados, enquanto que no mês de abril de 2003, a precipitação pluviométrica foi de 102ml (EPAGRI/Canoinhas).

Um fator de extrema importância a ser considerado, diz respeito ao horário do maior despejo de poluentes nas águas dos rios, fato este que foi considerado quando do planejamento da execução da coleta. Para tanto, cada coleta foi dividida em três etapas, buscando coincidir o mesmo horário para a segunda coleta.

GRÁFICO 14: AMOSTRAGEM COMPARATIVA DA DBO ENTRE A PRIMEIRA E SEGUNDA COLETA DO RIO CANOINHAS



Esses resultados representam o grau de poluição do Rio Canoinhas nos seus diferentes pontos, sendo que, estes pontos estão georeferenciados nas Foz dos afluentes que compõem a Bacia do Hidrográfica do Rio Canoinhas. Comparando a primeira coleta (abril/2003), e a segunda coleta (novembro/2003), realizadas em épocas distintas, identificou-se uma variação bastante grande entre um ponto e outro, cujos resultados mostram que existe o problema da poluição, e esse é real, podendo-se afirmar que o meio urbano apresenta-se bem mais

problemático que o meio rural, por causa dos altos índices de Coliformes Totais e Fecais, manifestados nas análises realizadas pelo laboratório.

Convém enfocar ainda, que os pontos selecionados para a análise biológica (Coliformes - Fecais e Totais), foram os mesmos para a análise da Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), e coletados no mesmo instante como previsto pela Normativa NBR 9897/1987 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no parágrafo 6.1.8, que indica: “Os pontos de amostragem para análises biológicas devem ser os mesmos para as análises físicas e químicas, com a finalidade de se estabelecer correlação entre os dados obtidos”.

Observando-se os resultados nos gráficos apresentados, identifica-se o quadro de poluição, que vem de encontro as palavras de FOSTER citado por VALIAS *et al* (2002):

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), considera-se que uma água está poluída quando a sua composição ou o seu estado estão de tal modo alterados que já não reúnem as condições necessárias para as utilizações para as quais estava destinada no seu estado natural.

Esta alteração torna-se evidente quando se observa os gráficos 10, 11 e 12, os quais mostram o paralelo entre as primeiras trinta amostras (coleta da primeira etapa) e a etapa seguinte, com mais trinta amostras da segunda coleta, pois constata-se que têm pontos que não oferecem condições nem para Balneabilidade e, conseqüentemente, impróprias ao consumo humano, valendo citar, a mesma situação para a irrigação de hortifrutigranjeiros que toleram os limites de Coliformes Totais e Fecais previstos pela Resolução do CONAMA n. 20, de 18 de junho 1986, no Artigo 26º, e indicados como limite nos gráficos apresentados nessa pesquisa.

Com os resultados obtidos através da análise em laboratório, convém ressaltar as palavras de BATALHA, citadas por VALIAS *et al* (2002) “Sabe-se que 80% de todas as doenças de veiculação hídrica ocorrem em países de terceiro mundo, devido a má qualidade da água e saneamento inadequado”.

Partindo do princípio do ciclo da água, com a chuva a água cai sobre o solo, a qual se distribui pela superfície, com este ciclo se formam os lagos, rios e os riachos, enquanto uma parte desta água que cai, infiltra-se no solo onde é absorvida em partes pelos vegetais e outra parte vai alimentar os lençóis freáticos que, por sua vez, alimentam as nascentes e poços.

E é em qualquer fase deste processo que ocorre a ação antrópica do homem, seja em função ou na busca de sua estabilização econômica, com a exploração dos recursos naturais, ou em determinadas circunstâncias culturais, nas quais encontra-se inserido. Dito isto, convém buscar apoio nas palavras de Stern; Yong; Druckman (1993, p. 93):

Muitas ações humanas afetam o que as pessoas valorizam. O que diferencia as ações que causam mudança global da maioria é que os seus efeitos levam de décadas a séculos para serem percebidos. Esse fato faz com que muitas pessoas, preocupadas, pensem em tomar uma atitude agora para proteger os valores daqueles que poderiam ser afetados pela mudança ambiental no futuro.

Ressalta-se entretanto, que é precipitado a afirmação da real contribuição de cada afluente ou cada área seja urbana ou rural, pois, momentaneamente, dispõe-se de duas amostras por ponto de coleta e em épocas distintas, considerando a Normativa NBR 9897/1987, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no parágrafo 6.1.6, que salienta:

Normalmente, no caso de lançamento (ou descarga), os efluentes não sofrem uma mistura completa ao entrar em contato com o corpo receptor, por isso as normas de controle são destinadas aos trechos com distribuição uniforme. A amostragem em zonas de mistura exige estudos mais rigorosos [...].

Mesmo com parâmetros preliminares, em função do custo de cada análise, limitou-se em duas por ponto, as quais revelaram-se estatisticamente insuficientes para indicar os setores ou atividades responsáveis pela maior contribuição na poluição dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas.

Porém, salienta-se e busca-se alertar que a poluição existe principalmente quando observa-se os resultados da primeira coleta, pois convém referendar a Normativa NBR 9897/1987, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no parágrafo 6.1.6, no item b, que diz:: “Se houver substâncias prejudiciais aos atuais e/ou futuros usos da água na seção amostrada, deve-se adotar a concentração máxima encontrada como valor representativo desta seção”.

Preliminarmente recomenda-se que se leve ao conhecimento da sociedade do Planalto Norte Catarinense, quanto à importância e representatividade desta Bacia Hidrográfica para a economia, seja para o setor primário ou secundário de produção e, principalmente, para o consumo humano, pois a rede pública de

abastecimento de água está alicerçada no Rio Canoinhas, bem como, para a sustentabilidade deste recurso natural para as futuras gerações.

Sendo assim, há necessidade de buscar apoio nas palavras de BORTOOT, A. (1999, p. 33-4):

Nosso Meio Ambiente pede reflexão. [...] O Desenvolvimento Econômico e também o Desenvolvimento Social é indispensável para que possamos assegurar ao homem um ambiente de vida e trabalho digno, favorável, criando na terra condições necessárias à melhoria da Qualidade de Vida.

A importância desse estudo é entendida desde seu princípio, até os momentos de apresentação dos resultados. O que é válido ainda registrar o valor do mesmo para a continuidade das pesquisas que trazem como tema a água. Desde o momento da escolha pelo tema, a definição dos objetivos até o encontro com os resultados, muitas etapas foram sendo vencidas, as quais lograram êxito e busca de outras formas de alcançar os objetivos. Como toda pesquisa é passível de interveniências, não se foge a regra a variável ocorrida no momento da análise das águas coletadas nos pontos específicos durante a segunda etapa da pesquisa, ocorrendo uma mudança na metodologia de análise das águas por parte do laboratório responsável pela análise biológica, sem prévia consulta ao pesquisador.

Para a primeira etapa da pesquisa o laboratório utilizou a metodologia dos tubos múltiplos para a determinação biológica (Coliformes Totais e Fecais), enquanto que na etapa seguinte utilizou a metodologia da membrana filtrante, fato este que gerou dúvidas ao pesquisador quanto aos resultados parciais, as quais foram solucionadas em função da primeira etapa ter ocorrido na forma dos procedimentos citados, evitando desta maneira dúvidas interpretações que poderiam por em risco toda a pesquisa realizada, cabendo a interveniência do pesquisador na busca da solução do problema, evitando dessa forma uma nova coleta de água. Considerando o episódio ocorrido, convém ressaltar que mesmo na interpretação final os dois métodos utilizados terão que apresentar dados idênticos passíveis de explicação científica. Perante a sociedade como um todo, tal situação gera especulações e dúvidas, fazendo-se necessário a defesa do pesquisador nos resultados apresentados.

A situação apresentada serve como uma alerta para a comunidade científica, onde a aplicação dos métodos a serem utilizados devem ser adotados

com o aval e conhecimento do pesquisador, não ocorrendo de forma alguma tomadas de decisões por uma ou outra parte que não seja de comum acordo, caso contrário prejudica-se o cunho científico do trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada sobre Monitoramento das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas, conforme já foi descrito, teve início com o monitoramento das águas por iniciativa isolada, posteriormente para o cumprimento de pré-requisitos do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, e também pela intenção e importância da contribuição deste estudo ao meio ambiente, no que diz respeito ao equilíbrio do ecossistema.

A humanidade, em face da globalização, não poderá permitir-se ao luxo de explorar um recurso natural de forma predatória, considerando apenas o valor econômico do mesmo, que por vezes passa pelo domínio exclusivo de uma elite dominante, que se coloca acima de todos os seres vivos, julgando a natureza como produto de domínio privado, principalmente quando se trata do tema água, e não é demais afirmar o que a própria legislação prevê, o uso da mesma como um bem público.

Vencendo um cronograma de atividades extensivas, entre leituras de obras e fichamento de pontos importantes e consideráveis à pesquisa em questão, cada vez mais se compreendeu o valor deste estudo à região do Planalto Norte Catarinense, espaço geográfico da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas. Entre tantas indagações, questões de pesquisas e hipóteses, os resultados surgiam, a curiosidade e o espírito científico instigavam cada vez mais a busca por soluções do caso que compromete a qualidade da água potável no espaço citado.

As coletas e análises de amostras de águas, nos pontos referenciados demonstrados em tabelas, novas coletas e novas análises davam seqüência aos propósitos da pesquisa de campo, elucidada pelas teorias das obras consultadas, dando origem então à criação de mapas temáticos, os quais exigiam interpretação cartográfica, materiais estes que oportunizavam outras evidências, pois quando do início da pesquisa, acreditava-se que os dejetos de animais seriam os grandes responsáveis pela poluição das águas, mas os estudos realizados vieram a comprovar que o meio rural não é o grande agente poluidor, mas sim, o meio urbano, onde acreditava-se que, após tanta informação, não houvesse resultados tão alarmantes quanto a ações agressivas ao meio ambiente.

A pesquisa cartográfica foi constituída com base do mapeamento sistemático do IBGE, em escala de 1/100.000 (Carta Canoinhas/Santa Cecília), superposta com uma cena do Sensor Landsat 7, 221-078 de janeiro de 2001, com a navegação no Rio Canoinhas para constatação *in loco* das coordenadas, bem como a marcação dos pontos de coleta através da utilização de um receptor de sinais GPS, marca Astech, modelo Promark II, onde se identificou distorção na locação do leito do Rio Canoinhas na carta do IBGE, totalmente aquém do erro permitido pelo decreto n. 89817, de 20 de junho de 1984.

A preocupação com o meio ambiente deverá ser uma constante no mundo moderno, considerando a explosão demográfica que permeia a sociedade, bem como, a satisfação de suas necessidades. A começar pelo conhecimento do espaço geográfico, dos recursos naturais à disposição dos seres vivos, como também da qualidade com que estes se apresentam, por isso a aplicação de leis e regulamentos deve ser a plataforma de partida para ações positivas e necessárias, para o estabelecimento de uma gestão ambiental eficiente, priorizando a solução dos problemas existentes de forma efetiva, evitando o surgimento de outros.

Para maior eficiência da gestão ambiental, defende-se a necessidade da criação de programas educativos, que proporcionem o esclarecimento da vital importância dos recursos hídricos para a atual e futuras gerações, além de evidenciar os direitos, os deveres e a responsabilidade de cada cidadão na preservação de cada nascente e do curso que a mesma percorre.

O órgão público pode, deve, e tem o compromisso de fazer cumprir a legislação ambiental, mediante mecanismos de indução e reguladores do desenvolvimento econômico, de forma compatível com a preservação da qualidade e da sustentabilidade ambiental, tão emergente quando se trata dos recursos hídricos.

Quanto ao setor produtivo privado, o mesmo deverá ser alertado e chamado a contribuir para com o valor social dos recursos hídricos para os seres vivos, reforçando o que determina a legislação, quando essa assegura a água como um patrimônio público, destacando as consequências drásticas e irreversíveis da poluição da mesma ao meio ambiente.

A implantação de comitês nas hidrobasias, para a participação de todos os segmentos sociais no monitoramento dos recursos hídricos, apresenta-se como um

indicativo de que serão cometidos menos erros, se comparados com os do passado de uma sociedade omissa, sem coibir as agressões ao meio ambiente.

Os recursos hídricos sempre foram considerados como infinitos, mas quando se busca os mesmos com qualidade para suprir as necessidades mais elementares dos seres vivos, identifica-se que o seu uso não pode ser submetido simplesmente às leis de mercado, mas a uma estratégia do Estado que venha a refletir uma preocupação permanente de beneficiar a maior parcela possível da sociedade.

É necessário então reconhecer e destacar a necessidade de buscar um ponto de equilíbrio entre preservação/conservação do meio ambiente e a exploração dos recursos naturais disponíveis, para a obtenção de uma sustentabilidade ampla e duradoura, respeitando o patrimônio ambiental das futuras gerações. Para tanto, recomenda-se a realização de um estudo de aptidão e uso do solo no entorno da bacia hidrográfica, em parceria com programas educativos, fiscalizações sistemáticas, participação da comunidade no monitoramento e acompanhamento das principais atividades de recuperação da mata ciliar, seja do leito e das nascentes, como prevê a legislação.

Quando da instalação de empreendimentos que potencialmente são atividades poluidoras, não poderão ser abolidos os Estudos Prévios de Impactos Ambientais (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto do Meio Ambiente (RIMA).

Tomando-se como princípio o desenvolvimento sustentável, com o envolvimento comunitário e com programas alicerçados em cartas cadastrais multifinalitárias, dos mapas temáticos amparados em inventários periódicos para desencadear um processo de monitoramento ambiental, sob a responsabilidade de cada municipalidade. Pois, é de peculiar interesse do município, ou mesmo sua obrigação a preservação de seu meio ambiente e do bem estar de seus cidadãos, razão pela qual, no exercício do poder de polícia, compete-lhe o direito de vetar ou restringir obras, e tomar como princípio que estas não venham destruir a ambiência de sua comunidade.

Assim, cada municipalidade deveria definir espaços territoriais com seus recursos naturais, e serem de forma especial protegidos da ação antrópica do homem, restringindo qualquer utilização que ameace a integridade dos atributos que justificam sua proteção.

A participação do poder público (assistência técnica) no planejamento das atividades de pequenas e médias empresas rurais, principalmente quando estas atividades apresentam-se agressivas ao meio ambiente é inevitável, bem como da agroindústria de fomento, pois a matéria-prima na sua maioria é oriunda da pequena e média empresa rural. A qual, deverá ser considerada como tal, 'empresa' e, para tanto, terá que ter o seu planejamento alicerçado na sustentabilidade ambiental, atendendo aos princípios econômicos para cumprir a sua função social, para a qual foi constituída.

Considerando atividades rurais altamente poluentes, destacando-se os resíduos da suinocultura 'dejetos de suínos', desde que bem manejados poderão contribuir como matéria-prima de outras atividades, mesmo a simples esterqueira quando impermeabilizada, e que este resíduo permaneça armazenado fermentando por 135 dias, conforme a legislação em vigor, o resultado desta fermentação poderá ser usado como material orgânico no cultivo agrícola ou em pastagens reduzindo os custos com fertilizantes.

Outra tecnologia que está criando espaços nas discussões técnicas é a exploração da suinocultura em cama sobreposta (composta de subprodutos da indústria madeireira como a maravalha ou o cepilho, e a serragem ou o pó de serra), principalmente nas fases de crescimento e terminação. Este método tem mostrado algumas vantagens, conforme destaca SILVA (2002): "como economia na edificação das instalações, diminuição na mão-de-obra utilizada no manejo dos dejetos e na própria redução do dejetos". O que significa um reflexo positivo nos custos de produção desta atividade, não descartando a utilização do biodigestor, responsável pela transformação do resíduo orgânico em biogás, método este que apresenta restrições para a pequena e média propriedade, considerando o alto custo de implantação.

A necessidade da identificação da potencialidade dos recursos naturais de cada região, quando realizada sob o olhar técnico e científico, conseqüentemente proverá disponibilização de recursos, sejam eles públicos ou privados, os quais serão efetivamente necessários para a obtenção de um inventário, para que posteriormente através do cadastro técnico multifinalitário, venha auxiliar para o monitoramento a partir de dados fidedignos, com o acompanhamento e participação da sociedade em todos os seus segmentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 98/98/1987**. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, jun./ 1987, 22 p.

_____. **NBR 98/98/1987**. Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, jun./ 1987, 14 p.

BONHAM, Graeme. **Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS**. 5. ed. Ontario: Delta Printing, 1997.

BORTOLOT, A. **Coletânea meio ambiente**. Criciúma – SC: o autor, 1999, p. 33-34.

BRAGA, L. A. As tendências para o incremento na expansão da suinocultura para a região de Canoinhas. Entrevista concedida a Reinhardt Sievers. Canoinhas, maio, 2002

BRASIL. **Ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável** / Maria do Carmo de Lima Bezerra e Manuel Bursztyn (coordenadores). Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio CDS/UnC/Abipiti, 2000.

_____. **Agenda 21 brasileira**. Bases para discussão / por Waschington Novaes (Coord.) Otto Ribas e Pedro da Costa Novaes. Brasília: MMA/PNUD, 2000.

_____. FUNASA – **Fundação Nacional de Saúde**. Portaria n. 1469/2000, de 29 de dezembro de 2000: aprova o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Fundação Nacional de Saúde / Ministério da Saúde, 2001.

_____. CONAMA – **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução do CONAMA n. 020, de 18 de junho de 1986. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente., 1986.

BURROUGH, P. A. **principles of geographical information systems for land resources assessment**. 2. ed. Clarendon: Press-Oxford, 1999.

CANOINHAS – SC. **Atrações, potenciais, educação, história**. Canoinhas – SC: Prefeitura Municipal de Canoinhas, 2001. [Apostila]

CAMPBELL, J.B.: **Introduction to remote sensing**. Tradução de Marcos Benedito Schimalski. Nova Iorque: Guilford, 1996

CASCINO, Fábio. **Educação ambiental: princípios, história, formação de professores** / Fábio Cascino. 2. ed. São Paulo: SENAC São Paulo, 2000

CHIUCHETTA, Oldemir. Viabilidade da produção de suínos sob a ótica ambiental. *In: Ágora*. Caçador: Universidade do Contestado – UnC, p. 62-78, jan./jun./2000

DALLA COSTA, O. A.; FIQUEIREDO, E. A. P. De; LUDKE, J. V.; OLIVEIRA, P. A. **Desempenho de leitões na fase de creche criados em sistema confinado, ao ar livre e sobre cama**. Concórdia – SC: Embrapa Suínos e Aves, 2001

DAVIS, Clodoveu Augusto. GIS: dos Conceitos Básicos ao Estado da Arte. **Espaço BH**. Belo Horizonte, v. 1, p.05-08, 1997

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa** / Denis Donaire. São Paulo: Atlas, 1995.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina . Governo do Estado de Santa Catarina. Secretaria de Estado da Agricultura e Extensão Rural de Santa Catarina - 2003. **Pluviômetro**. Canoinhas, C.GRC/EECANnº04/04, 09/04/2004. [Correspondência assinada pelo Eng. Agr. Adriano Martinho de Souza]

FRANK, A.; GOODECHILD, M. **Two Perspectives on geographical data modelling**. Technical Report. National Center For Geographic Information and Analysis, 1990 [Tradução de Marcos Benedito Schimalski]

FONSECA, Frederico Torres; BORGES, Karla Albuquerque de Vasconcelos. Cartografia automatizada e geoprocessamento - opção ou conveniência. **Espaço BH**. Belo Horizonte, v. 01, p. 31-38, 1997

GRACIANI, S.D; LOCH, R. E. Análise Multitemporal De Imagens De Sensoriamento Remoto Para Monitoramento Da Qualidade Da Água Em Áreas De Mineração De Carvão. *In: COBRAC 2000*. Florianópolis: Anais (CD-ROM), 2000

GERMANO, Jaime. **O biofertilizante, um adubo orgânico diferente**. Texto redigido pelo Prof. Jaime Germano. Disponível *on line*: <http://www.aondevamos.eng.br/boletins/edicao03.html>. [Acesso em ago./2004]

GUIA NATURA. **Glossário ambiental**. Disponível *on line*: http://www.guianatura.com.br/dir_glo.html. [Acesso em ago./2004]

HALVORSON, Michael. **Microsoft visual basic 6.0 professional**. Tradução de Miguel Cabrera Fernandes. São Paulo: Makron Books, 1999

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Canoinhas – SC, 2001. [Escritório local].

KARNAUKHOVA, E.; LOCH,C. O Sensoriamento Remoto E A Fotogrametria Aplicados Aos Estudos Ambientais. *In: COBRAC 2000*. Florianópolis: Anais (CD-ROM), 2000.

KIMERLING, A. Jon . **Basic cartography for students and technicians**. Londres: Butterworth and Heinemann, v.3, 1992

KORTE, George B. **The gis book**: Understanding the Value and Implementation of Geographic Information Systems. 4. ed. Reston: Intergraph Corporation, 1997.

LIMA, Gustavo J. M. M. de. **A poluição ambiental causada por dejetos de suínos e o papel dos técnicos e nutricionistas**. Referência obtida via base de dados www.bichoonline.com.br. Disponível na Internet. <http://www.embrapa.br>, 2001. {Capturado em jun./2001}.

LOCH, Carlos; CORDINI, Jucilei. **Topografia contemporânea**. Planimetria. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1995

LOCH, Carlos. **Noções básicas para a interpretação de imagens aéreas, bem como algumas de suas aplicações nos campos profissionais**. Florianópolis: ed. da UFSC, 1993

_____. **Monitoramento global integrado de propriedades rurais a nível municipal utilizando técnicas de sensoriamento remoto**. Florianópolis: ed. UFSC, 1990

MARTINELLI, Marcelo. **Cartografia temática**: Caderno de Mapas. São Paulo: Editora da UNESP, 2003.

MOURA, Luiz Antônio Abdalla de. **Qualidade e gestão ambiental**: sugestões para implantação das Normas ISO 14.000 nas empresas. 2. ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2000.

NOVAES, Waschington. **A guerra pela água limpa**. Disponível *on line*: http://www.prof.com.br/conteúdos/prof/pub/10544_728.asp. {Acesso em ago.2004}

NOVO, Evelyn. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1993;

OLIVEIRA, Paulo Armando V. de. Programas eficientes de controle de dejetos na suinocultura. In: **I Congresso Latino Americano de Suinocultura**. Foz do Iguaçu – PR, 16 a 18 de outubro de 2002

OLIVEIRA, P. A. de; MEUNIER-SALAÜN, M. C.; ROBIN, P. **Comportamento de suínos em crescimento e terminação criados em cama sobreposta de maravalha comparado ao piso ripado**. Concórdia – SC: Embrapa, Suínos e aves, 2001

RATES, Marina. O Brasil e as águas. **Revista Época**. Rio de Janeiro: Editora Globo, n. 267, p. 63 – 86, 30/06/2003 [Informe Publicitário].

RIGESA. Solução em embalagem Mead/Westaco. Planeta água. Três Barras – SC: Rigesa, 2003. [Apostila]

ROSOT, N. C.; ROSOT, A.; LOCH, C. Integração de Dados LANDSAT TM e SPOT HRV para o Monitoramento Ambiental. In **COBRAC 2000**. Florianópolis: Anais (CD-ROM), 2000

SCCHIMALSKI, M. B. **"Mapeamento urbano digital: uma metodologia para geração rápida à custo reduzido"**. Curitiba – PR: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - CIÊNCIAS GEODÉSICAS, 2001. [Dissertação de Mestrado, 97p.].

ZAMPIERI, S. L. A fotogrametria como suporte para proceder a análise da degradação ambiental. *In: COBRAC 2000*. Florianópolis: Anais (CD-ROM), 2000

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água**: projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. 2. ed. Florianópolis: EPAGRI, 1994.

SCHIMALSKI, Marcos Benedito. **Título da Dissertação**. Curitiba (PR): UFPR, 2001 [Dissertação – Programa de Mestrado em Ciências Geodésicas].

STERN, P. C.; Young, O. R.; DRUCKMAN, D. (Orgs). Mudanças e agressões a meio ambiente. Tradução de José Carlos B. dos Santos. São Paulo: Makron Books, 1993.

SILVA, Caio Abércio da. Cama sobreposta: a importância da qualidade da cama. Parkworld. Londrina: Departamento de Zootecnia da UEL, p.38, 2002. [Manejo – Apostila]

VALIAS, Ana Paula; ROQUETO, Marcos Antonio; HORNINK, Daniel Gerber et all. Avaliação da qualidade microbiológica de águas de poços rasos e de nascentes de propriedades rurais **do município de São João da Boa Vista – São Paulo**. Disponível *on line*: Arq. ciên.vet.zool.unipar, 5(1):p.021, 2002. [Capturado em dez./2003].

VIEIRA, Paulo Freire; WEBER, Jacques (Org.) **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento**. Novos desafios para a pesquisa ambiental. Tradução de Anne Sophie de Ponbriand-Vieira, Christilla de Lassus. São Paulo: Cortez, 1997.

VIOLA, Eduardo J. et all. **Meio ambiente, desenvolvimento e cidadania**: desafios para as ciências sociais. São Paulo: Cortez; Florianópolis; Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

FOTOS EM ANEXOS